This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

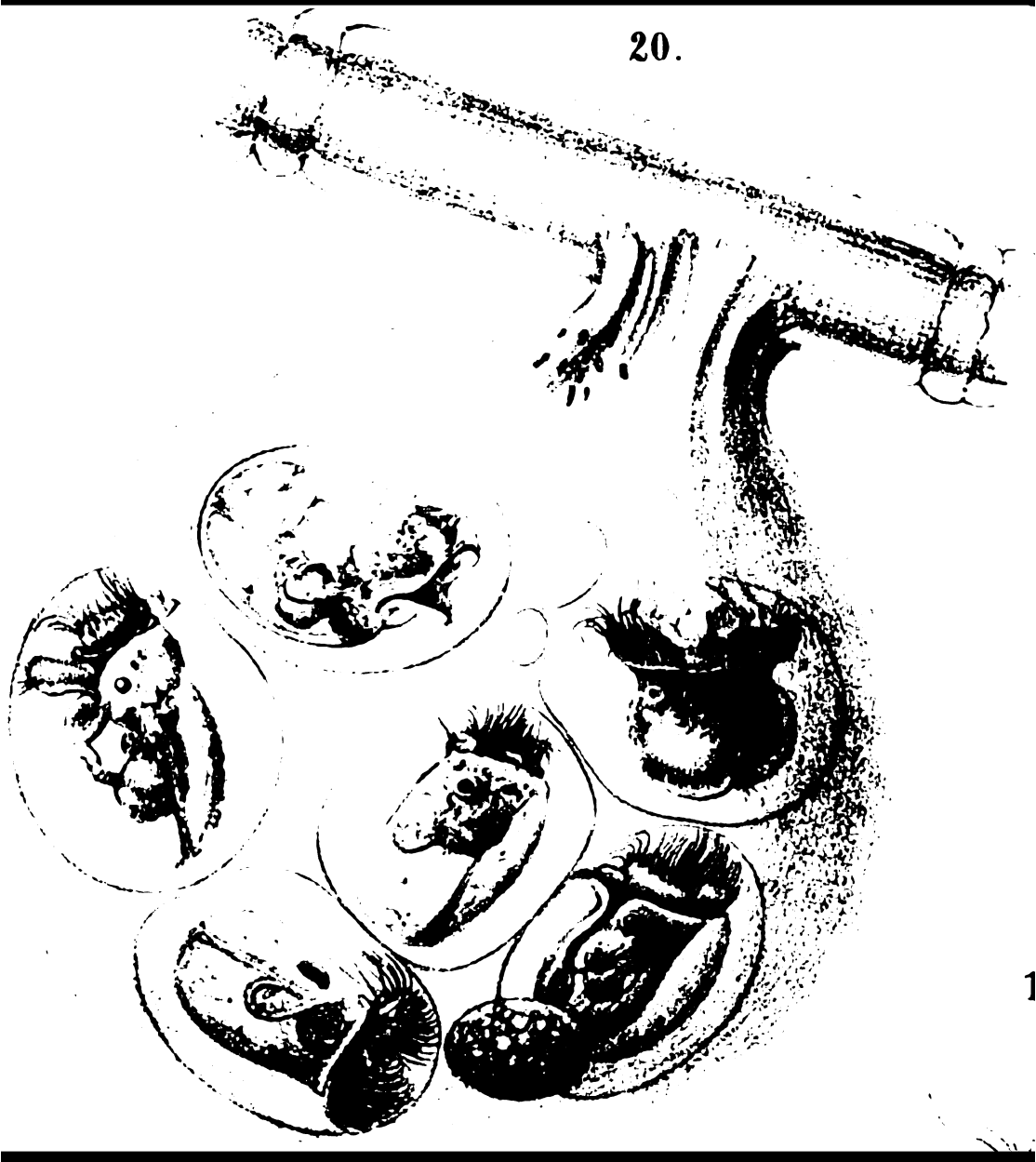
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Niederländisches Archiv für Zoologie

Digitized by Google

Zool. Per. 25

E. BIBL. RADCL

Per 18933 d. 308

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

NIEDERLÄNDISCHES

ARCHIV FÜR ZOOLOGIE.

Digitized by Google

Digitized by Google

NIEDERLÄNDISCHES

ARCHIV FÜR ZOOLOGIE

HERAUSGEGEBEN

VON

EMIL SELENKA.

PROFESSOR UND DIRECTOR DES ZOOTOMISCHEN LABORATORIUMS ZU LEIDEN.

BAND I.

MIT 22 TAFELN.

HAARLEM, A. C. KRUSEMAN.

LEIPZIG, C. F. WINTER.

1871—1873.

Digitized by Google

Gedrukt bij Gebr. van Asperen van der Velde, te Haarlem.

Digitized by Google

INHALT DES ERSTEN BANDES.

ERSTES HEFT. DECEMBER 1871.

Entwickelung von Tergipes claviger. Tafel I—II. Von Emil Selenka. Seite 1
Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Tafel III—X. Von C. K. Hoffmann . . . . . „ 10
Ueber Thieraehnlichkeiten der Menschen. Von William Marshall. „ 113

ZWEITES HEFT. JULI 1872.

Ueber die knoechernen Schaedelhoecker der Voegel. Tafel XI—XII. Von William Marshall. . . . . „ 133
Ueber die Stäbchen in der Retina des Nautilus. Tafel XIII. Von C. K. Hoffmann . . . . . „ 180
Ueber das Blutgefässsystem der Echiniden. Tafel XIV. Von C. K. Hoffmann . . . . . „ 184
Ueber die Pars ciliaris retinae und das Corpus epitheliale lentis des Cephalopodenauges. Tafel XV. Von C. K. Hoffmann. . . . „ 187
Beobachtungen über den Vogelschwanz. Tafel XVI. Von William Marshall . . . . . „ 194
Die Anlage der Keimblätter bei Purpura lapillus. Tafel XVII. Von Emil Selenka. . . . . „ 211

DRITTES HEFT. JUNI 1873.

Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Teleostei. Tafel XVIII—XXII. Von A. J. Vrolik . . . . . „ 219
I. Synonymie der Schädelknochen bei den Teleostei (mit einer Tabelle) . . . . . „ 221
II. Ueber die Verknöcherung des Teleostierschädels. . . . „ 231
III. Die Knochen des Teleostierschädels (mit einer Tabelle.) „ 261
IV. Die Verknöcherung des Schläfenbeins der Säugethiere. „ 291
Erklärung der Tafeln . . . . . „ 314

Digitized by Google

Digitized by Google

RADCLIFFE LIBRARY
UNIVERSITY
18 OCT 75
MUSEUM
OXFORD

ENTWICKELUNG VON TERGIPES CLAVIGER.

VON

EMIL SELENKA.

ERSTER AUFSATZ. DER EMBRYO.

Im April dieses Jahres brachte ich einige Wochen zu im See-Badeorte Zandvoort, unweit Haarlem. Da das Wetter kalt und rauh wurde und der Wind ungünstig blies, mussten die anfangs beabsichtigten Untersuchungen über Gephyreen aufgegeben werden und mit dem fürlieb genommen, was eben der Zufall gegen die Dünen warf.

Ich fand wiederholt lebende Sertularien mit daran klebenden Eiern, Larven und geschlechtsreifen Thieren von Tergipes claviger Menke.

Wenn nun auch nach den Untersuchungen von v. Nordmann [1], M. S. Schultze [2] und Keferstein & Ehlers [3] hier nicht viel Neues zu erwarten war, so machte ich mich doch faute de mieux an die Entwickelung dieses Thieres, und halte es der Mühe werth, meine Beobachtungen in gedrängter Form dem Drucke zu übergeben.

Die gallertigen Eisäcke sind rundlich oder nierenförmig, glashell, und enthalten 3—40 Eier mit kugligem opaken Dotter. (Fig.

---

[1] Mém. prés. à l'Acad. St. Petersbourg 1845, IV, pag. 495—602, 5 pl.

[2] Wiegm. Archiv 1849, XV, 1, pag. 268—279, Tab. 5.

[3] Zool. Beiträge. 1861. 4°. pag. 96—100, Taf. 15.

Digitized by Google

20 und 28). Häufig, bei grossen Eiersäcken regelmässig, liegen dazwischen eingestreut eine Anzahl leerer Eihäute. Der anfangs dickzähe Eisack scheidet sich innerhalb dreier Wochen in eine zähe Membran, die endlich auf der freien Seite unregelmässig zerreisst, und einen flüssigen Inhalt, in welchem die Embryonen kurz vor dem Freiwerden sich ungeduldig umherwerfen.

Der Dotter besteht, wie es schon bei anderen Cephalophoren bekannt ist, aus einer hellen sehr fein punktirten Masse mit zahllosen eingestreuten Dotter*körnchen*, die sich unter dem Compressorium mit der Tauchlinse als wachsweiche, unregelmässig gestaltete Körperchen erweisen (Fig. 1 und 6). Diese Dotterkörnchen fangen an sich aufzulösen erst nachdem das Ei abgefurcht ist (Fig. 5, 7, 8); sie verschwinden zuerst im Richtungsbläschen, dann im Mantel, in den Muskeln, in den Wimperzellen etc., sind aber selbst bei der freien Larve noch in fast unveränderter Grösse in denjenigen Organen zu sehen, welche während des Eilebens nicht zur vollen Ausbildung kamen, besonders in Leber und Fuss.

Die totale Eifurchung geht langsam und unregelmässig vor sich, so wie v. Nordmann bei Tergipes Edwardsii (aus dem schwarzen Meere) andeutet. Ein Keimbläschen konnte beim nichtgefurchten Ei nicht nachgewiesen werden. Der Dotter zertheilt sich in zwei, allermeist ungleiche Kugeln (Fig. 1), und diese theilen sich wieder in ganz auffallend unregelmässiger Weise (Fig. 2). Wenn sich ungefähr 50 Furchungskugeln gebildet haben, ist diese Ungleichheit wieder ziemlich ausgeglichen.

Ausdrücklich muss ich hier hervorheben, dass in Bezug auf den Furchungsprocess Tergipes abweicht von Cyclostoma, Elysia und vielen anderen, wo vier ältere grössere im Viereck stehende Kugeln im Innern des Eies liegen bleiben und ausschliesslich zum Aufbau der innern Organe bestimmt sind. Vielmehr ist hier die Regellosigkeit im Furchungsprocess das Normale. Dafür sprechen folgende Gründe.

Ich fand Furchungseier mit 2, 3, 5, 6, 10, 14, 17, 23, 25 etc. Kugeln, wovon die grösseren bald central, bald peripherisch lagen. Solche Eier entwickeln sich, auch in kleinen Aquarien, ganz normal weiter. Vielleicht wäre dagegen einzuwenden, dass solche Eier, die vom Beginn der Furchung an in einem kleinen Schälchen mit

Digitized by Google

nur wenig Seewasser gehalten wurden, sich inderthat abnorm entwickeln. So sah ich einmal einen solchen Embryo mit schon freiem Velum an einer Partie locker verbundener grösserer Furchungskugeln hangen, ein andermal einen sehr kleinen Embryo von ein Viertel der Normalgrösse inmitten von zahllosen freien, langbewimperten kugelrunden Zellen etc.. Solche Beobachtungen lehren nur, dass den Furchungskugeln erst relativ spät die verschiedenen Functionen überwiesen werden, dass diese Differenzirung aber noch nicht beim 8-gefurchten Ei zu suchen ist. Denn eine jede Zelle, welche sich während des Furchungsprocesses zufällig isolirt, kann noch Wimperzelle werden.

Auch v. Nordmann spricht in seiner sorgfältigen Beschreibung der Entwickelung von Tergipes Edwardsii, die unserm Tergipes sehr nahe steht, von einer unregelmässigen Eitheilung.

Wenn der Furchungskugeln etwa zweihundert sind, so füllen sie die Eischale prall aus, die Theilung schreitet noch weiter bis nahe dreihundert Zellen, dann aber verkleinert sich die ellipsoidische Zellenmasse wieder ein wenig zu einer Kugel. Solch ein Ei unterscheidet sich sofort von einem frisch gelegten durch die Richtungsbläschen und die um ein Drittel bedeutendere Grösse. Während des Contractionsprocesses sondern sich oft oder meistens 1—10, oder auch viel mehr Furchungskugeln ab, die sich regelmässig zu freien Wimperzellen umbilden.

Gewiss kann man daraus schliessen, dass äussere Bedingungen noch immer entscheidenden Einfluss ausüben können auf die Differenzirung der Furchungszellen. —

Zwei oder auch ein, zuweilen drei Richtungsbläschen wurden fast ausnahmslos schon sehr frühe bemerkt, schon, wenn erst sechs Kugeln gebildet waren. Die Grösse dieser Richtungsbläschen nähert sich der der Embryonalzellen. Sie entstehen dadurch, dass die Dottermasse eines der drei, vier oder fünf ersten Furchungskugeln, einen oder zwei kolbenförmige Fortsätze bildet, in welchen nur wenige Dotterkörnchen einfliessen und welcher sich dann abschnürt. Erst allmälig entwickelt dieses Richtungsbläschen einen Kern, in dem dann auch zwei Kernkörperchen auftreten. Zugleich erscheint dann der Kern bläschenförmig (Fig. 3). Unter vielen hundert Eiern, die, im Furchungsprocesse begriffen, unter dem Mikroskop vorbei-

Digitized by Google

geführt wurden, konnte dieser Process zwei mal deutlich beobachtet werden. Freilich ist damit die Bedeutung der Richtungsbläschen noch nicht erklärt.

Bei der Zahl dreissig bis fünfzig angelangt, besitzen die Furchungskugeln noch keine deutliche Membranen, denn sie fliessen unter dem Compressorium schon bei geringem Druck aus der gesprengten Eihaut als zusammenhängende Masse heraus, in welcher die hellen Kerne zerstreut liegen. Auch bei Aufhebung des Druckes bleibt die Masse regellos liegen. Bei Eiern, vom Entwickelungsstadium Fig. 3, sah ich dagegen, wenigstens bei den kleineren Zellen, Membranen.

Der ganze Furchungprocess mag ungefähr sieben Tage in Anspruch nehmen.

Jetzt tritt scheinbar ein Ruhezustand ein. Sprengt man nun die Eihülle, so zeigen sich alle Furchungskugeln noch von derselben Beschaffenheit.

Nach zwei Tagen treten die ersten kurzen Wimperhaare hervor (die erste Anlage des Velums) indem zugleich im entgegengesetzten Pole unter Vergrösserung des Eies eine helle Zone sich bemerkbar macht; letztere entsteht, indem eine einfache peripherische Zellenlage (Fig. 4. m) sich von der inneren Zellenmasse (i) abhebt. Der Kopftheil plattet sich ein wenig ab, die Wimperhaare werden länger und zahlreicher und der Embryo oscillirt unter Pausen, bald rechts-, bald links herum, bald kopfüber sich drehend. Weiter wölbt sich der Fuss hervor und die Wimperkissen, und zwischen diesen stülpt sich der Mundtrichter ein (vergl. Fig. 10.).

Nach einander treten nun folgende Bildungen hervor: Mantel, Otolithen, Darm mit Leber, Schale, Muskeln, Gehörkapsel.

In Fig. 11 ist halb-schematisch ein vertikaler Medianschnitt von Fig. 10 gegeben. In ungezwungenster Weise kann man hier von zwei Keimblättern reden:

Aus dem innern Keimblatt entstehen Darm und Leber (die dunkelrandigen Zellen der Fig. 11,) aus dem äusseren der Mantel M (Leibeswand), das Velum (Σ), der Fuss, der Mundrand, die Otolithen. Grösstentheils bestehen die Keimblätter aus *einer* Lage Zellen; nur in der weiteren Umgebung des Mundtrichters, so wie im Musculus columellaris, liegen mehrere Zellen über- und neben einander.

Digitized by Google

Aus Verschmelzung der Zellen M geht der homogene Mantel hervor; nur einzelne dieser Zellen bleiben noch lange contractil (Fig. 23c).

Zur Orientirung sei gesagt, dass zunächst der Embryo stark in die Breite wächst (Fig. 12, Richtung A B); darauf, unter Verlängerung des Musculus columellaris, in die Länge (Fig. 12—13, 21, Richtung C D).

In Figur 14—19 sind einzelne Furchungszellen abgebildet, die nicht zum Aufbau des Embryoleibes verwendet wurden, ausserhalb desselben liegen blieben und sich zu Flimmerzellen umwandelten. Deutlich zeigen diese, meist hastig, ruckweise sich umherwerfende Zellen die Bildung der Wimperhaare aus Protoplasma. Vor dem Freiwerden des Embryos verschwinden diese, früher als Parasiten (Cosmella) gedeuteten individualisirten Gebilde: sie werden schliesslich vom Embryo gefressen, kommen ihm also doch noch zu Gute.

In Fig. 21 hat sich der noch immer wackelnd rotirende Embryo in der Richtung C D vergrössert.

Der Retractormuskel m besteht schon grössentheils aus homogenen Bändern; nur hie und da lagern noch Embryonalzellen oder Dotterkörnchen darin (vergl. Fig. 23 und 26, m). Der ganze Muskel mag aus funfzehn Embryonalzellen gebildet werden.

Er beginnt seine Contractionen erst nachdem die Schale ziemlich fertig ist (Fig. 23), und damit fällt zugleich die theilweise Loslösung des Mantels von der Schale zusammen. Anfangs sind seine Contractionen wenig ergiebig; sie machen sich in einem schwachen Zucken des Velums bemerkbar; allmälig aber löst sich der Mantel, durch die Arbeit der contractilen Mantelzellen, zuerst am Mündungstheile der Schale ab, bis endlich die vordere Hälfte des ganzen Embryos nur an der Basis des Deckels noch mit der Schale, die eine hornige Cuticularbildung des Mantels ist, zusammen hängt. Wird nun durch den Musculus columellaris Segel und Fuss in die Schale gezogen, so schliesst sich auch von selbst der Deckel; lässt die Contraction nach, so hebt der auffedernde Deckel Segel und Fuss wieder heraus (vergl. Fig. 23 und 26).

Die Loslösung des Mantels von der Schale wird besorgt durch drei bis acht verzweigte Zellen (E in Fig. 13, 23, 25, 26.) Die Contractionen geschehen alle paar Minuten, oft jedoch mit längeren Pausen; dabei sind die einzelnen Zellen von einander unabhängig.

Digitized by Google

Die Zusammenziehung geht langsam, innerhalb vier Secunden, vor sich, indem die Zellausläufer um ein Drittel kürzer werden; langsamer noch streckt die Zelle sich wieder aus. Communicationen der Aeste von verschiedenen Zellen sind nur zufällig.

Zuweilen geschieht es, dass der Mantel trotz der Zerrungen der verzweigten Zellen und des Columellarmuskels an einem Punkt noch lange an der Schale haften bleibt (Fig. 25 r); das geschieht zumal da, wo ein oder zwei Mantelzellen zufällig mit den Eingeweiden in directer Verbindung bleiben (Fig. 23 u).

Schon beim Embryo in Figur 13 abgebildet, lag der *Otolith* in einer Kapsel, auf deren Innenseite äusserst zarte Wimpern in zwei Reihen stehen. Der Otolith, der unter dem Compressorium in drei congruente Stücke springt, ist in steter zitternder Bewegung. Erst im Embryo Figur 23 hat die Gehörkapsel ihre volle Grösse erreicht; in derselben Ausbildung besitzt sie noch das geschlechtsreife Thier.

Das Wimpersegel besteht aus cylindrischen, je älter, je schlanker werdenden Zellen, mit grossem ovalen Nucleus (Fig. 24). Funfzig bis sechzig solcher Zellen setzen das Velum zusammen. Unter- und ausserhalb dieses Cilienkranzes liegt, parallel damit, ein schwacher Wulst, der sehr feine schwache Wimperhärchen trägt. Ein sehr feiner Wimperüberzug findet sich auch auf dem ganzen Fusse und der Stirnplatte (der Raum zwischen Velum und Fuss. Fig. 22). Auch Aftergrübchen a und Mundwulst o sind mit solchen Wimpern besetzt und umstellt.

Die *Darm*wand besteht aus *einer* Lage Zellen. Sobald im Innern ein Lumen zu erkennen ist, zeigen sich auch schon kurze, ausserordentlich lebhaft schlagende Wimpern, und kleine Körnchen werden vom Oesophagus in den Magen, auch in die Leber die erst später eine Höhlung bekommt, und von da wieder in den Magen und Darm getrieben. Die Leber besteht aus ungefähr fünfundzwanzig dunkeln, kernhaltigen Zellen.

Der Embryo von Figur 25 kann sich schon vollständig in die Schale zurückziehen. Bei diesem Thierchen war zufällig der Mantel durch Wasserentziehung ein wenig geschrumpft.

Als freien Embryo oder Larve fand ich häufig Thiere, wie sie in Figur 26 abgebildet sind. Als kleine weisse Pünktchen sieht man sie im Wasser oder, wenn sich eine Luftblase aussen auf die Schale

Digitized by Google

angelegt hat, an der Oberfläche des Wassers umherkreisen. Wenn schon früher, so zeigen sich die Thierchen besonders jetzt ausserordentlich schreckhaft.

Beim Klopfen an das Mikroskop, ja schon beim Berühren der Mikrometerschraube erfolgt ein heftiges Zurückziehen der Segellappen in die Schale, indem zugleich der Deckel die Oeffnung derselben halwege verschliesst. Die Wimpern ruhn. Nach mehreren Secunden quillt das Segel langsam wieder hervor, die Kräuselung des, aus ungefähr funfzehn glatten homogenen Fasern bestehenden Muskels verschwindet, und die langen Wimperhaare beginnen wieder ihre ausgiebigen Bewegungen, bald vergleichbar mit dem Wimperapparat der Räderthiere, bald unregelmässig nach oben und unten schlagend, bald im Ganzen, bald nur parthienweise arbeitend. Bei dem Embryo in Figur 26 abgebildet, ist die Schwimmbewegung noch gehemmt: die Eihaut ist zwar gerissen, schlottert aber noch um das Thier herum. Sobald es dem Thiere gelungen ist dieselbe abzuschleudern, durchschiesst es in Kreisen oder Spiralen das Wasser, bis sich auf einen Theil der Schale eine dünne Luftschicht lagert, die unter dem Compressorium oder bei starker Erschütterung zu einem kugligen Bläschen zusammenschnellt.

Während dieser Vorgänge hat sich der freie Schalenrand noch etwas vergrössert und gewölbt, so dass der Schaleneingang noch kleiner wird (Fig. 27).

Nie aber habe ich einen genau schliessenden Deckel gesehen.

Die Weiterentwickelung der Larve wird später in einem zweiten Aufsatze besprochen werden.

Im Anschluss an die Untersuchungen v. Nordmann's habe ich geglaubt mich in der Beschreibung des Eilebens hier sehr kurz fassen zu können, da die Entwickelung unsrer Species gut übereinstimmt mit der der v. Nordmann'schen Art.

Da mein Aufenthalt in Zandvoort nur von kurzer Dauer sein konnte, so habe ich leider auf genauere Zeitangaben über die Entwickelung verzichten müssen.

Weilburg an der Lahn, 3 Juli 1871.

Digitized by Google

Erklärung von Tafel I—II.

Gemeinsame Bezeichnung.

a. After.

o. Mundtrichter oder Mund.

b. Die zwei Borstenbüschel am Fusse, die sich auf den Deckel δ legen.

c. Contractile verästelte Mantelzellen.

g. Gehörblase mit Otolith.

h. Leber.

i. Darm.

k. Abdrücke auf der Innenseite der Schale oder auf dem Mantel, durch die Dotterkörnchen bewirkt.

m. Musculus columellaris.

v. Magen.

y. Organ unbekannter Bedeutung.

E. Eihaut.

S. Schale.

δ. Deckel.

μ. Zufällige, aus 1 oder 2 Zellen gebildete Muskeln, welche entstehen, wenn Leber und Darm sich nicht vollkommen vom Mantelblatte ablösen. Meist fehlen diese Muskeln; zuweilen sind auch zwei symmetrisch vorhanden.

ρ. Die blassen Richtungsbläschen.

Fig. 1 –3. Die Dotterfurchung.

„ 4. Der Embryo. Darm i und Mantel M haben sich schon von einander abgelöst, und sind nur mit Velum, und Fuss, sowie mit den Muskelzellen m und μ in Verbindung (vergl. Fig. 11). — Σ das Stirnsegel. — Die Otolithen sind noch nicht ausgebildet. Die Dotterkörnchen des Mantels sind stellenweise schon vollständig aufgelöst, sodass hier der Darm i durchscheint.

„ 5—9. Embryonalzellen. Fig. 5 eine Zelle des abgefurchten Eis, mit den Dotterkörnchen, die in Fig. 6 stark vergrössert sind. In Fig. 7 und 9 sind diese Körnchen schon zum Theil aufgelöst, sodass man hier, noch deutlicher

Digitized by Google

in Fig. 8, den bläschenförmigen Nucleus mit 1—2 Nucleoli sieht.

Fig. 10. Ein Embryo von oben gesehen (um 1/3 zu gross lithographirt im Vergleich zu den übrigen Figuren). f, Ort, wo zufällig der Mantel von der Schale sich abgelöst hat.

„ 11. Vertikal-medianer, optischer Querschnitt der Fig. 10. Halbschematisch. Die dunkelrandigen Zellen sollen das innere, die hellrandigen das äussere Keimblatt anzeigen.

„ 12. Embryo von der linken Seite gesehen. Stirnsegel und Fuss treten hervor aus der ebenen, beugsamen Mantelpartie M', die wie das Fell einer Kesselpauke auf dem dünnschaligen Manteltheile M ausgespannt ist. Der Embryo vergrössert sich von jetzt ab in der Richtung CD.

„ 13. Das Wachsthum in der Richtung CD hat begonnen. Distalwärts vom Fusse finden sich zwei Hervorragungen r, von denen die linke stets etwas grösser. Jetzt oder etwas später verschwindet das Richtungsbläschen.

„ 14-19. Die als "Cosmella" beschriebenen Embryonalzellen, die nicht zum Aufbau des Embryo verwendet wurden. Alle tragen Wimperhaare, welche heftig, einzeln oder in Gruppen, von Zeit zu Zeit hin und her schlagen. Die meisten dieser Haare sind sehr dünn, einzelne aber so dick, dass sie sich als kolbige Ausbreitungen der Zelle vorthun; letztere sind einigermassen verkürzbar und schwingen sehr langsam.

„ 20. Ein Eiersäckchen (vergl. Fig. 28, a).

„ 21. Das Wachsthum in der Richtung CD ist weiter vorgeschritten. Der Columellarmuskel zieht sich aus: einzelne seiner Zellen sind schon in homogene schmale Muskelsäulchen übergegangen; von anderen liegen die Dotterkörnchen noch zerstreut dazwischen, hie und da sind noch die Embryonalzellen mit Nucleus erhalten geblieben. Auch die Mantelzellen sind, mit Ausnahme der contractilen Zellen, grossentheils in den homogenen Mantel übergeführt.

„ 22. Ein weiter entwickelter Embryo, in der Verkürzung gesehen. Schale S und Deckel ♂ sind grossentheils schon ge-

Digitized by Google

bildet. Der After a ist angedeutet durch eine, auf einem Hügel stehenden Grube.

Fig. 23. Der Embryo (vom Rücken gesehen) beginnt von der Schale sich loszulösen durch die Arbeit des Rückziehmuskels und der contractilen Mantelzellen c. Bei r hat die Ablösung begonnen.

„ 24. Cylinderzellen des Segels von solch einem Embryo, wie sie unter dem Compressorium oder beim langsamen Absterben des Thieres oder nach Behandlung mit Essigsäure sich zeigen. Hie und da noch ein Dotterkörnchen.

„ 25. In Folge der Verdunstung hat sich der Mantel schon ganz von der Schale gelöst bis auf den Ort, wo der Columellarmuskel haftet, zufällig dem Punkte r, und der Fussbasis. Magen und Leber lassen ein Lumen erkennen, mit Wimperung. Die Mundöffnung existirt schon, vielleicht auch schon die Afteröffnung.

„ 26. Reifer freischwimmender Embryo, von der rechten Seite gesehen. Das Thier hat sich fast vollständig in die Schale zurückgezogen, wodurch der Mantel prall gespannt erscheint. Die Bewegungen sind polternd, da die zerrissene Eihaut das Schwimmen noch erschwert.

„ 27. Die nautilusähnliche Schale von der Bauchseite gesehen Der Dekkel klafft.

„ 28. Ein Stock mit Eiersäcken a, Kiemenlosen Larven b und c, und zwei geschlechtsreifen Thieren d und e.
x. Natürliche Grösse eines geschlechtsreifen Thieres.

Digitized by Google

ZUR ANATOMIE

DER

ECHINEN UND SPATANGEN

VON

C. K. HOFFMANN

Dr. Med. et Phil., Prosector an der Universität Leiden.

Die Anatomie der Echinodermen ist im Allgemeinen ziemlich vernachlässigt. Während wir über die Entwickelungsgeschichte durch die schönen Arbeiten von JOH. MÜLLER, AGASSIZ und KOWALEVSKY schon manches Treffende erfahren haben, sind wir was die anatomischen Thatsachen betrifft, über Vieles noch im Unklaren. Wenn wir von den grossen Abhandlungen TIEDEMANN'S, JOH. MÜLLER'S und VALENTIN'S absehen, dann sind die Echinodermen wirklich sehr stiefmütterlich behandelt. Am reichsten ist die Litteratur der Holothurien, besonders durch die Abhandlung SEMPER'S und die Dissertation von SELENKA. Weniger zahlreich sind die Untersuchungen über die Echiniden, und am sparsamsten sind die Spatangen, Asteriden und Ophiuren betheilt. Anfangs hatte ich nur die Absicht das Blutgefässsystem der Echiniden zu studiren; während dieser Arbeit wurde meine Aufmerksamkeit auf so manchen anderen Punckt gezogen, so dass allmählig alle anderen Organe in die Untersuchung mit aufgenommen sind.

Die Arbeit wird in zwei Abtheilungen zerfallen: die eine wird die Anatomie der Echiniden, die andere die der Asteriden und Ophiuren enthalten.

Digitized by Google

Die Untersuchungen der Echiniden sind zum grössten Theil an ganz frischen Thieren ausgeführt; die der regulären Seeigel (die Gattungen, *Toxopneustes*, *Sphaerechinus*, *Psammechinus*, *Cidaris* etc.) sind während der Monate April und Mai des vorigen Jahres an der Küste des Mittelmeers bei Nizza, Villefranche, Beaulieu und St. Var angestellt, während ich die irregulären Seeigel (*Spatangus*, *Echinocardium*), welche an unserer Küste ziemlich häufig sind, hier bearbeit habe.

Es liegt in der Natur der Sache, in der Art und Weise, wie man am Meeresstrande seine Arbeit zu thun gezwungen ist, besonders aber bei der grossen Schwierigkeit den Bau der Echinodermen zu enträthseln, dass nicht jede Frage hinreichend gelöst ist. Doch glaube ich dass es mir gerade bei der Frage über den Zusammenhang des Blut-und Wassergefässsystemes gelungen ist, ein ziemlich günstiges Resultat zu erlangen.

So übergebe ich denn die erste Abtheilung dieser Untersuchungen der Wissenschaft; ihr Zweck wird erreicht sein, wenn sie etwas zur näheren Kenntniss dieser höchst merkwürdigen Thiere beitragen können.

Leiden, Juli 1871.

Digitized by Google

DIE ÄUSSERE FESTE KALKSCHALE UND IHRE ANHÄNGE.

Die äussere Oberfläche der Echinenkörperwand ist von einer Haut bedeckt, an welcher man ein Flimmerepithelium und eine darunter liegende Bindegewebsschicht unterscheiden kann. Ich habe das Flimmerepithelium immer an den Theilen der äusseren Haut beobachten können, wo sie die zwischen den Stachelwarzen gelegene Körperwand deckt. An den Stacheln habe ich eine wimperende Haut nur allein an der Basis, niemals an der Spitze der Stacheln gesehen, zuweilen aber fehlte dieselbe. Die Bindegewebshaut auf welcher das Flimmerepithelium sitzt, bildet eine nicht sehr dicke Schichte, besteht aus lockerm Bindegewebe und ist überaus reich am Pigment, welches gewöhnlich in Form von sehr kleinen Körnchen, weniger als Inhalt von Pigmentzellen zwischen den Bündeln zerstreut liegt. Die Pigmentzellen zeigen zuweilen eine sehr lebhafte Bewegung. Unmittelbar an der Körperwand werden jedoch die Bindegewebsbündel dichter und fester.

Schon EHRENBERG giebt an, dass die Körperoberfläche und die Stacheln von einer überaus zarten Wimperhaut überzogen sind. VALENTIN [1] dagegen läugnet nicht allein das Vorkommen des Flimmerepitheliums auf den Stacheln, sondern auch auf der zwischen

[1] VALENTIN. L'anatomie du genre Echinus S. 23. (Agassiz, Monographie d'Echinodermes vivans et fossiles. Neufchatel 1838—1842 4° Livr.)

Digitized by Google

den Stachelwarzen gelegenen äusseren Haut. Auch FORBES [1] hat niemals an den Stacheln ein Flimmerepithelium beobachten können; dagegen erklärt JOH. MÜLLER [2] sich wieder bestimmt für das Vorkommen einer zarten Wimperhaut an den Stacheln, während er [3] an einer anderen Stelle angiebt, dass er nur bei jungen Exemplaren von *Echinus pulchellus* an den Stacheln eine äusserst zarte wasserhelle wimperende Haut beobachtet, dagegen bei älteren Exemplaren von *Echinus lividus* keine Flimmerbewegung an den Stacheln gesehen hat. Den Stacheln von *Schizaster canaliferus* fehlt nach ihm so wohl bei jungen als bei alten Thieren — ebenfalls eine Wimperhaut.

Die Ablagerung von Kalk in den die Körperwand zusammensetzenden Täfelchen findet immer in regelmässiger Form statt, wie dieses auch schon von anderen z. B. VALENTIN [4] angegeben ist. Wenn man feine Schliffe mit dem Mikroskop untersucht, so bemerkt man, dass die Structur nicht überall ganz dieselbe ist. In den mehr peripherischen Theilen findet man Kalknetze, die 0,008—0,010 *Mm.* breit sind und Maschen, die gewöhnlich eine rundlich ovale Form und einen Durchmesser von 0,010—0,012 *Mm.* haben. Die Kalknetze sind gewöhnlich mehr oder weniger gefärbt und die Maschen sind nicht hohl, sondern mit einer fein körnigen organischen Substanz angefüllt. Wenn man Schliffe von getrockneten Schalen macht, ist von dieser fein körnigen Substanz nichts zu sehen, dagegen ist sie bei frischen oder im Weingeist aufbewahrten Schalen noch erhalten.

An den Stellen der Stachelwarzen sind die Kalknetze viel feiner, die Maschen gewöhnlich viel kleiner und nicht oval, sondern polygonal oder viereckig. In den mehr centralen Theilen der Schale bemerkt man wieder Maschen von ovaler oder runder Form, welche 0,018—0,026 *Mm.* gross sind, und verhältnissmässig auch wieder dickere Kalknetze, welche jedoch ganz farblos sind. In der Umgebung der Ambulacralfüsschen sind die Maschen und Kalknetze auch wieder feiner und dünner.

---

[1] ED. FORBES. A history of British starfishes and other animals. 1841.

[2] JOH. MÜLLER. Ueber den Bau der Echinodernen. Abhandl. der Königl. Academie der Wissensch. zu Berlin, 1853. S. 138.

[3] JOH. MÜLLER. Ueber die Semitae der Spatangiden. Muller's Archiv 1853. S. 1.

[4] VALENTIN. L. c. S. 23.

Digitized by Google

Macht man Querschliffe, so bemerkt man schon mit dem blossen Auge, dass die peripherischen Theile der Kalkplättchen gefärbt, die centralen farblos sind; die Letzteren haben eine länglich-ovale Form, während die Maschen der peripherischen Theile auch auf Querschliffen mehr rundlich sind. Wenn man die Kalkplättchen mit Salzsäure behandelt, lösst sich unter Gasentwickelung der kohlensäure Kalk auf und es bleibt eine organische Substanz zurück (Bindegewebe) welche ebenfalls noch eine netzartige Beschaffenheit zeigt, und aus feinen Fibrillen mit dazwischen zerstreut gelegenen Zellen und Kernen besteht. Die Schale aller Seeigelarten ist an allen Theilen nach demselben System gebaut. Schliffe aus der Schale von *Toxopneustes*, *Psammechinus*, *Sphaerechinus*, *Cidaris* etc. zeigen mit kleinen Abwechselungen in der Bildung der Maschen und Kalknetze dieselbe Beschaffenheit. Nur an einem Theile der Schale bemerkt man eine etwas andre Structur, nämlich an der Madreporenplatte.

Bringt man einen feinen Schliff der Madreporenplatte unter das Mikroskop, so bemerkt man wohl wieder die netzartige Structur; zwischen den Kalknetzen sieht man jedoch 0,050—0,060 *Mm.* grosse, länglich ovale Maschen (Taf. III. Fig. 1). Die Maschen sind auch hier wieder nicht hohl, sondern mit einer körnigen Substanz angefüllt, welche an den Rändern mehr oder weniger gefärbt ist. So wohl an transversalen wie an horizontalen Schliffen ist die Structur der Madreporenplatte dieselbe.

Innerlich ist die Schale von einer äusserst zarten bindegewebigen Haut mit sparsam zerstreuten Pigmentkörnchen und einem darauf sitzenden Flimmerepithelium bekleidet. Das Wimperepithelium setzt sich auf alle innere Organe fort, und bildet gewöhnlich ein sehr feines Cylinderepithelium; theilweise scheint es aber, dass die Wimperhaare direct der Bindegewebshaut aufsitzen. Süsswasser hebt die Flimmerbewegung fast augenblicklich auf, wie dieses auch schon von LEYDIG [1] angegeben ist.

Die äussere Oberfläche aller Täfelchen der ambulacralen, wie der interambulacralen Felder der Schale tragen gewöhnlich Stachelwarzen. Sie kommen in verschiedener Zahl und Grösse vor. Die Grössten findet man bei den *Cidariden*, wo sie jedoch auch mit kleineren, welche viel zahlreicher sind, abwechselen.

[1] LEYDIG. Archiv f. Anat. und Phys. 1854 S. 309.

Digitized by Google

Wie die Grösse der Stachelwarzen, so wechselt auch die Grösse der Stacheln bedeutend ab.

Die grössten findet man bei den *Cidariden*, wo sie eine Länge von 24″—36″ erreichen können und mit den grossen Warzen articuliren. An diesen grossen Stacheln von *Cidaris* unterscheidet man: die basale concave Gelenkpfanne (partie condyloidienne Val.), mit welcher der Stachel auf der Warze der Schale articulirt; den Knopf, welcher unmittelbar daran grenzt und noch einen vorspringenden Ring (den Hals. Collerette Val.) unterscheiden lässt, der eine kleine, glatte, dünne Strecke bildet, und endlich den eigentlichen Stamm (piquant proprement dite ou baguette Val.)

Die äussere Oberfläche des eigentlichen Stammes is nicht glatt, sondern zeigt sehr kleine Höckerchen, welche regelmässig auf Längsreihen geordnet sind, und so dem Stamm ein longitudinal gestreiftes Ansehen geben. Gewöhnlich kommen 12—18 solcher erhabener Längsstreifen vor. Auf einem Querschnitt ist der Stamm also nicht kreisrund, sondern zierlich ausgesackt. Der centrale Theil ist grünlich gefärbt (durch eingestreutes Pigment), der peripherische Theil dagegen weisslich.

Die äussere Oberfläche der kleinen Stacheln ist gewöhnlich mehr glatt. Die Stacheln der *Echinen* stimmen im allgemeinen mit den der *Cidariden* überein, unterscheiden sich jedoch von diesen dadurch, dass sie um vieles kleiner sind und meistens nicht länger als höchstens 2″ werden. Ausserdem ist ihre äussere Oberfläche entweder ganz glatt oder sehr fein längsgestreift. An Querschliffen bemerkt man, dass auch die Stacheln von *Cidaris* ganz nach demselben Systeme wie die Schale gebaut sind und aus regelmässigen Kalknetzen bestehen.

Die Stacheln sind mit den Stachelwarzen durch sehr vollständige Articulationen verbunden. Bei den *Cidariden* kommt ausserdem noch ein verstärkendes Ligament dazu. Dieses Ligament, das aus fibrillären Bindegewebsbündeln besteht, entspringt aus dem Grübchen des halbkugeligen Warzengelenkkopfes und inserirt sich in dem Grübchen, welches sich an der unteren Fläche der Stachelgelenkpfanne befindet. Durch dieses Band wird die Articulation noch vollkommener. Den *Echinen* geht dieses Band ab.

Am Gelenke der grossen Stacheln unterscheidet man weiter von

Digitized by Google

aussen nach innen: 1. die Pigmenthaut; 2. die in einem Kranz angeordneten Muskelfaserschicht; 3. die Gelenkkapsel. Die Pigmenthaut ist eine Fortsetzung der die äussere Oberfläche der Schale überkleidenden Haut und wie diese aus einem Flimmerepithelium und einer darunter liegenden an Pigment sehr reichen Bindegewebsschicht zusammengesetzt. Die Muskelfasern, welche, wie schon erwähnt, in einem Kranz angeordnet sind, entspringen aus dem Höfchen und von den Seitenflächen des abgestützten Kegels, auf welchem der Gelenkkopf ruhet, und inseriren sich an den hervorspringenden Ring des Stachelknopfes.

Die Muskelfasern sind 0,006—0,007 *Mm.* breit und von einem Sarkolemm umgeben. Das Sarkolemm tritt dann besonders deutlich hervor, wenn man Bilder vor sich hat, wo die contractile Substanz sich etwas von dem Sarkolemm abgehoben hat. Dicht unter dem Sarkolemm zwischen diesem und der contractilen Substanz bemerkt man zuweilen deutlich einen Kern von elliptischer Gestalt.

Die contractile Substanz ist nicht gestreift sondern homogen. Wohl bemerkt man bei Anwendung des Immersionssystemes (Hartnack $^3/_9$) einige wellenförmig verlaufende Linien, doch diese scheinen nur von feinen Fältchen abzuhangen, da man sie nicht constant beobachtet und auch die Linien einen sehr wechselnden Verlauf haben. Nach Behandlung mit Bi-chrom. Pot. begegnet man zuweilen verästelten und gabelig getheilten Formen, an deren Seiten mit dreieckiger Basis feine Fäserchen aufsitzen wie SCHWALBE [1] sie auch abgebildet hat. Ob diese äusserst feine Fäserchen Nervenfasern oder vielleicht nur Kunstproducte sind, darf ich nicht bestimmt entscheiden. Durch die ringförmige Anordnung der Muskelfasern können die Stacheln in alle Richtungen auf den Gelenkwarzen bewegt werden. Innerlich wird die Muskelschicht von der Gelenkkapsel ausgekleidet, welche ebenfalls von den Seitenflächen des Kegels der Gelenkwarze entspringt und sich unterhalb des Stachelringes inserirt. Diese Gelenkkapsel besteht aus dichten Netzen fibrillären Bindegewebes mit eingestreuten hakenförmigen Kalkkörperchen. Nach VALENTIN [2] bil-

---

[1] G. SCHWALBE. Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere. SCHULTZE's Archiv f. microsc. Anat. Bd. V. p. 205. 1869.

[2] VALENTIN. L. c. S. 36.

Digitized by Google

det sie eine doppelt faserige Ligamenthaut. Ob sie innerlich noch mit einem Epithelium bekleidet ist, kann ich nicht angeben. Im frischen Zustand habe ich die Untersuchung der Kapselmembran versäumt, bei im Spiritus aufbewahrten Thieren war davon keine Spur zu entdecken. *Cidariden* und *Echiniden* stimmen in Bau dieser Gelenke in der Hauptsache mit einander überein.

Bei den irregulären Seeigeln liegt die Afteröffnung nicht mehr im Scheitelschilde, sondern hat sich nach dem Hinterrande gerückt, während die Mundöffnung mehr dem Vorderrande genähert ist. Bei den Spatangen (*Spatangus purpureus*) finden wir im Apicalpol, gewöhnlich nicht ganz in der Mitte, sondern etwas mehr nach hinten, die viereckige Madreporenplatte (Taf. III Fig. 3).

Vor der Madreporenplatte liegen die vier Genitaltäfelchen. Während also bei den regulären *Echiniden* ein der fünf Genitaltäfelchen sogleich die Bedeutung als Madreporenplatte zukommt, sehen wir, dass bei den *Spatangen* nur vier Genitaltäfelchen vorhanden sind; das fünfte hat sich zur Madreporenplatte umgebildet und seine Bedeutung als Genitaltäfelchen verloren. An die Genitalplatten und an den vorderen Theil der Madreporenplatte reihen sich die fünf kleineren Intergenital-s. Ocelartäfelchen an. Von den zehn doppelten Plattenpaaren sind fünf durchbohrt und bilden die Ambulacralfelder, während die anderen fünf doppelten und mit diesen alternirenden nicht durchbohrt sind und die Interambulacralfelder bilden. Die Ambulacralfelder bilden unregelmässige vier- oder fünfeckige Plättchen, welche jedoch um vieles kleiner wie die Interambulacralfelder sind. Von den fünf Ambulacralfeldern haben vier ungefähr denselben Bau, nur das vordere fünfte weicht von den anderen bedeutend ab. Die Ambulacralplatten fangen am Scheitenschilde als sehr kleine Plättchen an. Jedes Plättchen ist von einem Porenpaar durchsetzt; die des vorderen Ambulacrum zeigen dagegen nicht zwei, sondern nur eine Öffnung.

Aber nur an der Rückenfläche des Thieres finden wir in jedem Ambulacralplättchen ein Porenpaar, an den Seitenflächen, wo die Rückenfläche in die Bauchfläche übergeht, werden die Plättchen nur von einer Öffnung durchsetzt. So bald jedoch die zwei Öffnungen

Digitized by Google

in eine übergehen, nehmen die Plättchen bedeutend in Grösse zu. In der nächsten Umgebung der Mundöffnung werden die Plättchen wieder kleiner, die Ambulacralporen weichen sehr weit aus einander, so dass die der verschiedenen Ambulacra fast einander begegnen und eine zierliche Figur um die Mundlücke bilden (Taf. III Fig. 5).

Die vier Ambulacralfelder der Rückenfläche derer Plättchen je von einem Porenpaar durchbohrt sind, bilden die Ambulacra petaloidea. Die Interambulacralfelder fangen eben wie die Ambulacralfelder am Apicalpol als kleine Plättchen an, nehmen jedoch alsbald an Grösse zu und bilden unregelmässige Platten, welche die der Ambulacralfelder an Umfang bedeutend übertreffen. An den Seitenflächen des Thieres sind sie am grössten. Im hinteren Interambulacralfeld, an der Übergangstelle der oberen Fläche in die untere liegt die Afteröffnung. Die äussere Oberfläche der Schale wird von einer sehr zarten bindegewebigen Haut, in welcher zahlreiche grosse, fein granulirte, runde Zellen mit Kernen, Pigmentkörnchen und Pigmentzellen von verschiedener Farbe abgelagert sind, überzogen. Äusserlich wird diese Haut von einer lange Wimperhaare tragenden Zellenschicht bekleidet. Die Wimperhaare sind fast 5—6 Mal so lang als der Durchmesser der Zellen, auf welchen sie sitzen (Tafel III Fig. 8).

Was die histologische Structur der Schale angeht (Taf. III Fig. 2), so stimmt diese vollkommen mit der der *Echinen* überein, so dass was wir von dieser gesagt haben, auch für die *Spatangen* gilt. Auch der Bau der Madreporenplatte der *Spatangen* stimmt mit der der *Echinen* genau überein. Eben wie bei den *Echinen* wird auch bei diesen Thieren die Schale innerlich von einer zarten Haut bekleidet. Diese Haut besteht aus sehr feinem fibrillären Bindegewebe mit einzelnen zerstreut gelegenen 0,008– 0,009 *Mm.* grossen, runden, kernhaltigen, fein granulirten, und etwas grösseren pigmentirten Zellen. Auf der freien Fläche trägt diese Haut lange Wimperhaare, welche nicht auf Zellen, sondern dem Bindegewebe direkt aufsitzen, und sich auf alle innere Organe fortsetzen.

Auf der äusseren Oberfläche der Schale kommen Stachelwarzen in sehr grosser Zahl vor; nur an zwei Regionen sind sie entweder sehr spärlich vertreten oder fehlen gänzlich. Sie fehlen der soge-

Digitized by Google

nannten Semita subanalis, wie schon JOH. MÜLLER erwähnt. Es sind dies die bekanntlich van PHILIPPI als Semitae von AGASSIZ als Fascioles genannten Saumlinien, welche sich durch eine äusserst lebhafte Wimperbewegung auszeichnen. Wir werden später auf dieselben zurück kommen. Spärlich vertreten sind die Warzen auf den sogenannten Sterna, den zwei hinteren Ambulacralfeldern an der Bauchfläche, welche jederseits von dem hinteren Ambulacralfeld gebildet werden und sich ungefähr von der Mundhaut bis zur Semita subanalis erstrecken.

Der mikroskopische Bau der Stachelwarzen stimmt mit dem der *Echinen* fast vollkommen überein. Auf den Stachelwarzen stehen die Stacheln. Wie die Grösse der Stachelwarzen so wechselt auch hier wie bei den *Cidariden* die der Stacheln. Die grössten welche auf den grossen Stachelwarzen articuliren, können eine Länge von 18—24 *Mm.* erreichen; die welche auf den kleinen vorkommen, können bis zur mikroskopischen Kleinheit herabsteigen. Wie bei den *Echiniden* so sind auch bei den *Spatangen* die Stacheln mit den Stachelwarzen durch sehr vollkommene Articulationen verbunden. Am Gelenke der grossen Stacheln unterscheidet man: 1 eine äussere Bindegewebshaut, 2 eine in einem Kranz angeordnete Muskelfaserschicht, 3 eine innere Bindegewebsschicht, 4 ein inneres Ligament. Die äussere Bindegewebsschicht ist eine Forsetzung der die äussere Schalenoberfläche bekleidende Haut, welche sich auch noch zum Theil auf die unteren Partie des Stachels fortetszt. Die Muskelfaserschicht ist ziemlich stark entwickelt und besteht aus 0,006—0,008 *Mm.* breiten Fasern, welche von einem Sarkolemm umgeben sind. Dicht unter dem Sarkolemm, zwischen diesem und der contractilen Substanz, bemerkt man gewöhlich einen 0,002 *Mm.* breiten, 0,003 *Mm.* langen Kern, welche einige äusserst kleine Körnchen in Innern trägt. Die contractile Substanz ist vollkommen homogen. Wohl bemerkt man zuweilen in ihr sehr feine wellenförmig verlaufende Linien, doch diese scheinen auch hier nur der Ausdruck feiner Fältchen zu sein, da ihr Verlauf sehr abwechselend ist und sie zuweilen vollkommen fehlen (Taf. III. Fig. 9). Die innere Bindegewebsschicht besteht aus sehr zartem fibrillären Bindegewebe. Das innere Ligament, welches eben wie bei den *Cidariden* aus dem Grübchen des halbkugeligen Warzengelenkkopfes entspringt und sich in dem Grüb-

Digitized by Google

chen, welches sich an der unteren Fläche der Stachelgelenkpfanne befindet, befestigt, besteht auch hier aus festem fibrillären Bindegewebe. Durch diese vollkommene Articulation können sich die Stacheln also nach allen Richtungen auf den Gelenkwarzen bewegen.

Wie schon bemerkt ist, fehlen an der Semita subanalis die Stachelwarzen vollkommen. Bei *Spatangus purpureus* bildet sie eine länglich-ovale, bei *Echinocardium cordatum* eine kreisförmige Linie unter der Afteroeffnung (Taf. III. Fig. 10). Auf dieser Region begegnet man einer ausserordentlich grosser Zahl kleiner geknöpfter Borsten, welche JOH. MÜLLER[1] schon beschrieben hat. Diese Borsten bestehen aus einem Kalkstab von ungefähr 0,025—0,030 *Mm.* Breite und 1—1,5 *Mm.* Länge. Der Kalkstab ist ringsherum mit einer 0,018—0,024 *Mm.* dicken Schicht 0,003—0,004 *Mm.* grosser fein granulirter Zellen bekleidet. Die an der Peripherie gelegenen Zellen tragen sehr lange Wimperhaare (Taf. III. Fig. 11).

Der Kalkstab breitet sich nach oben in einen Bausch von Kalkleisten aus, und ist ebenfalls von dieser Zellenschicht bedeckt. JOH. MÜLLER giebt an, dass die Wimperzellen sich nicht über den bauschförmig ausgebreiteten Knopf erstrecken, sondern an der Basis des Knopfes aufhören. Hierin muss ich aber von demselben abweichen, denn ich habe mehrmals gesehen, dass auch die Wimperhaare über den Endknopf sich ausbreiten. Die Zellenschicht am Endknopf lösst sich aber sehr leicht los, und so kann vielleicht dadurch JOH. MÜLLER veranlasst worden sein den Endknopf als wimperlos zu beschreiben.

Welche Bedeutung man diesen höchst merkwürdigen Gebilden zuschreiben muss, ist mir eben wie JOH. MÜLLER vollkommen unbekannt geblieben. Die wechselnde Stelle, welche sie bei verschiedenen anderen Gattungen der *Spatangoiden* einnehmen können, lässt auch selbst keine Hypothese zu. Vielleicht sind sie nur als umgewandelte Stacheln zu betrachten.

---

[1] JOH. MÜLLER. Ueber die Semitae der Spatangoiden. Dessen Archiv. Jahrg. 1853. S. 1.

Digitized by Google

MUND- UND AFTERLÜCKE, INNERER STÜTZAPPARAT.

Die Mundlücke der regulären Seeigel befindet sich an der Unterseite der Schale und ist entweder kreisrund oder mehr oder weniger regelmässig fünfeckig, und von ziemlich ansehnlichem Umfang. Sie wird von der s. g. Mundhaut als Fortsetsung der allgemeinen Körperbedeckung bis in die gewölbte Mitte überspanut, wo aus einer kleinen Oeffnung dieser Haut, der eigentlichen Mundöffnung, die Zahnspitzen des Gebisses hervorragen. Wenn man die Mundhaut an der unteren Fläche verfolgt, bemerkt man: 1. die Mund- oder Hautkiemen; 2. die Gegend der Mundpedizellarien, 3. die Mundfüsschen, und endlich; 4. die eigentliche Mundöffnung.

An der Mundhaut kann man die folgenden Schichten von aussen nach innen unterscheiden: 1. ein äusseres Flimmerepithelium; 2. eine äussere Pigmentschicht; 3. eine Bindegewebsschicht; 4. eine zarte an Pigmentkörnchen reiche Haut (innere Pigmentschicht); 5. ein inneres Flimmerepithelium.

Das äussere Flimmerepithelium ist eine Fortsetzung des Flimmerepitheliums der äusseren Körperoberfläche. Die äussere Pigmenthaut ist eine an Zellen und Kernen mässig, an Pigmentkörnchen und Pigmentzellen sehr reiche zarte Bindegewebshaut. Die eigentliche Bindegewebsschicht besteht aus äusserst dichten, wellenförmig verlaufenden Bindegewebsbündeln, welche netzartig mit eingestreuten Kalkkörperchen unter einander verflochten sind. An der Stelle, wo die Mundfüsschen vorkommen, bemerkt man regelmässige Kalknetze; in den übrigen Partien der Mundhaut liegen die Kalkstäbchen unregelmässig zerstreut. Die innere Pigmentschicht verhält sich nahezu wie die äussere, nur ist sie reicher an Zellen, Kernen und feinen Bindegewebsfibrillen und ärmer an Pigment. Die innere Flimmerhaut endlich ist eine Forsetzung der die innere Schale bekleidenden Haut. Ueber die innere (obere) Fläche der Mundhaut verlaufen die Nerven- und Wasser-Gefässstämme, wie wir später sehen werden. Muskelfasern kommen in der Mundhaut nicht vor, ebenso VALENTIN[1]. Nach LEYDIG[2] fehlt auch der Mundhaut eine

[1] VALENTIN. L. c. S. 47.

[2] LEYDIG. Müllers Archiv 1854. S. 309.

Digitized by Google

Cuticula. Er beschreibt wohl eine Grenzschicht welche 0,02‴ dick ist, jedoch nach Behandlung mit Acid. aceticum nur aus Zellen bestehen soll. Vielleicht ist diese Grenzschicht analog mit der von mir als äussere Pigmentschicht bezeichneten Haut.

Die Pigmentzellen am Munde zeichnen sich besonders aus durch die sehr deutlichen und stark ausgeprägten Bewegungen, welche man zuweilen an ihnen beobachtet. Obgleich die Pigmentzellen im allgemeinen mehr oder weniger amöboide Bewegungen machen, so sind die der Mundhaut doch besonders für das Studium dieser Bewegungen zu empfehlen.

An der Mundhaut unterscheidet man zuerst die Mundkiemen (Branchies extérieures Val.). Es sind 10 kleine baumförmig verzweigte, büschelförmige Organe, derer hohle Stämme mit ihrer Bases frei in die Leibeshöhle einmünden, während sich ihre entgegengesetzten Enden in sehr zahlreiche traubenförmige Verzweigungen theilen. An den Endbläschen kann man mikroskopisch die folgenden Schichten unterscheiden: 1. ein äusseres Flimmerepithelium; 2. eine zarte Bindegewebshaut; 3. eine in einer fein körnigen Grundsubstanz eingebettete an Pigment und Kalkkörperchen reiche Kernschicht (Taf. IV, Fig. 15) und 4. wieder ein Flimmerepithelium. Die Zweige in welche die Endbläschen ausmünden und der gemeinschaftliche Stamm bestehen ebenfalls aus einem äusseren und inneren Flimmerepithelium und dazwischen einer mittleren fibrillären Bindegewebsschicht mit Kalknetzen, deren Maschen 0,040—0,050 *Mm.* weit und deren Bälkchen nur 0,004—0,006 *Mm.* breit sind, während Pigment nur sparsam vorkommt. Je nachdem die Zweige sich mehr und mehr zu grösseren Stämmen vereinigen, ist die fibrilläre Bindegewebsschicht und demgemäss auch die Kalknetze stärker entwickelt (Taf. III. Fig. 13).

Tiedeman [1] und Delle Chiaje [2] haben schon die Mundkiemen beschrieben. Nach dem Ersteren sollten die Endblässchen offen sein und so dem Thiere die Gelegenheit zur Erneuerung des im Innern der Leibeshöhle enthaltenen Seewassers geben, Valentin [3] dem

[1] Tiedeman. L. c. S. 78.

[2] Delle Chiaje. Sulla storia e notomia degli animali senza vertebre. 1823. Tom II. S. 338.

[3] Valentin. L. c. S. 48.

Digitized by Google

ich beistimmen muss, erklärt dagegen die Endbläschen für geschlossen. Die Bedeutung der Mundkiemen ist mir unbekannt. Den *Spatangen* fehlen die Mundkiemen, dagegen kommen sie bei den *Cidariden* wohl vor. Zwisschen den Mundkiemen und den 10 Saugfüsschen bemerkt man die Gegend der Mundpedizellarien (region externe de la membrane buccale Val.). Diese unterscheiden sich im Bau durchaus nicht von denen der Körperoberfläche, nur sind sie gewöhnlich etwas kleiner. Sie kommen in sehr grosser Zahl an der Mundhaut vor. Die 10 Mundfüsschen (5 Paare) entsprechen den Ambulacralfeldern der Schale. An der Stelle wo sie an der Mundhaut vorkommen, bemerkt man 10 kleine runde Täfelchen, welche in nichts von der der Schale abweichen und in der Mitte durchbohrt sind.

Die eigentliche Mundöffnung, aus welcher die fünf Zahnspitzen frei hervorragen, bildet eine kleine kreisförmige Öffnung. An dem Rande dieser Öffnung vereinigt sich eine im Umkreis der Laterne entspringende Haut mit der Mundhaut. Diese Haut, welche man vielleicht am besten die innere Mundhaut nennen kann, besteht aus einer äusseren und inneren bindegewebigen und einer dazwischen gelegenen ziemlich stark entwickelten muskulösen Schicht, derer Fasern in radiärer Richtung verlaufen. An dem Theil der Zahnpyramide, wo der eigentliche Zahn aus der Pyramide hervorragt, befestigt sich diese Haut an der Laterne. Wir müssen also eine innere und eine (eigentliche) äussere Mundöffnung unterscheiden. Die innere Mundhaut schliesst die Körperhöhle von der Aussenwelt vollkommen ab. Zwischen den fünf Zahnspitzen, der inneren Mundhaut und der äusseren Mundöffnung bleibt ein taschenförmiger Raum übrig. Durch die muskulösen Elemente in der inneren Mundhaut, wird also den fünf Zahnspitzen die Gelegenheit gegeben, sich nach Willkür zu öffnen und zu schliessen. Von der inneren Mundhaut ist, so lange man die äussere nicht enfernt hat, durchaus nichts zu sehen.

Die Afterlücke liegt, wie schon früher bemerkt, im Scheitelschilde. Sie wird durch eine grosse Zahl kleiner Plättchen, welche ganz wie die Schale gebaut und mit einander und mit den angrenzenden Schalentheilen durch festes fibrilläres Bindegewebe verbunden sind, geschlossen. In der Mitte lassen diese Plättchen jedoch eine kleine

Digitized by Google

Lücke, die eigentliche Afterlücke frei. Ringsum den Rand, welche die eigentliche Afterlücke begrenzt, stehen in radiärer Richtung, jedoch wieder kleine mehr oder weniger bewegliche drei- oder viereckige Plättchen, welche in der Mitte zusammenstossend einander theilweise bedecken. So wird die Afteröffnung vor dem Eindringen des Seewassers vollkommen geschützt, während doch zugleich durch die in geringem Maasse beweglich verbundenen Plättchen den Thieren die Gelegenheit gegeben ist, die zugeführten Nahrungsstoffe zu entfernen.

Bei den *Spatangen* bildet die Mundlücke eine quer-ovale Spalte, an welcher man eine Ober- und eine Unterlippe unterscheiden kann. Die Oberlippe ragt über die Unterlippe bedeutend hervor, hebt sich etwas in die Höhe und deckt also, wenn man das Thier von der Körperhöhle aus betrachtet, die Unterlippe fast gänzlich zu. Sieht man dagegen das Thier von der Schalenoberfläche, so ist nur ein sehr kleiner Theil der Oberlippe zu sehen. Nach den Seitenflächen hin senkt sich die Oberlippe etwas und vereinigt sich also mit der Unterlippe und den an der Lippe grenzenden Theilen der Schale. Die Unterlippe kann man als eine Verlängung des unteren zwischen den beiden Sterna gelegenen hinteren Interambulacrums betrachten, die nach vorn stumpfwinkelig endigt. Ihr Bau stimmt mit dem der Schale überein, und sie ist vollkommen unbeweglich. Die Oberlippe dagegen hat eine quer-ovale Form, ist aus vier- oder fünfeckigen kleineren Plättchen, welche beweglich mit einander verbunden sind, aufgebaut und lässt also Bewegungen zu. Diese Plättchen sind wieder aus den bekannten Kalknetzen zusammengesetzt, und werden mit einander und mit den angrenzenden Theilen der Schale durch festes, fibrilläres Bindegewebe verbunden.

Nach vorn sind diese Plättchen am grössten und festeten, nach hinten werden sie kleiner, weniger fest und bestehen hier fast nur aus festem Bindegewebe, mit einzelnen zerstreut gelegenen Kalknetzen. Der vordere Rand und die Seitenränder der Oberlippe vereinigen sich mit den angrenzenden Schalentheilen; der hintere Rand, welcher frei hervorragt dient zum Ursprung der Schlundes (Taf. III. Fig. 5 und 6). Die untere Fläche der Oberlippe ist sehr reich an Pe-

Digitized by Google

dizellarien. Man unterscheidet auch hier wieder die zweierlei Arten von Pedizellarien: die Bügelpedizellarien und die eigentlichen Zangenpedizellarien. Die ersteren kommen in sehr grosser Zahl vor und sind zahlreicher vertreten als die Zangenpedizellarien.

Die ganze untere Fläche ist von einer ziemlich dicken bindegewebigen Haut überzogen, in welcher sehr zahlreiche Pigmentkörner zerstreut sind. Die freie Oberfläche trägt auch hier wieder eine Schicht lange Wimperhaare tragender Zellen. Die obere Fläche der Oberlippe wird durch eine bindegewebige Haut gedeckt. Diese Haut entspringt an dem freien hinteren Rande, und setzt sich an der Stelle, wo die Oberlippe mit den angrenzenden Schalentheilen in Verbindung steht, wieder fest, um dann in die die innere Schale auskleidende Haut über zu gehen. Dadurch bleibt zwischen der Oberlippe und dieser Haut ein freier Raum.

Mundkiemen gehen den Spatangen ab.

Die Afterlücke des *Spatangus purp.* liegt wie schon früher bemerkt im hinteren Ambulacralfeld auf der Grenze des Überganges der oberen Fläche in die untere. Sie hat eine quer-ovale Gestalt, und wird durch zahlreiche kleine, mit einander und mit den angrenzenden Schalentheilen verbundene, polygonale Plättchen, welche in der Mitte eine ebenfalls mehr oder weniger ovale Öffnung — die eigentliche Afteröffnung — bilden, geschlossen. Diese Plättchen stimmen im histologischen Bau vollkommen mit denen der Schale überein. Diejenige welche den angrenzenden Schalentheilen am nächsten liegen sind mit diesen und mit einander fest verbunden, während die, welche mehr in der Umgebung der eigentlichen Afteröffnung sich befinden, geringe Beweglichkeit zulassen. Ringsum die Afteröffnung stehen auch hier wieder sehr zahlreiche Plättchen in radiärer Richtung, welche ebenfalls beweglich eingelenkt sind, und die Afteröffnung vollkommen schliessen. Dadurch wird wie bei den Spatangen verhütet, dass das Seewasser von aussen eindringen kann; durch die mehr oder weniger freie Beweglichkeit der Plättchen aber ist die Gelegenheit zum Austritt der Excremente gegeben. Da ich keine Muskeln an den die Afteröffnung umringenden Plättchen auffinden könnte, so scheint es, dass die herantretenden Excremente, welche, wie wir sehen werden, hauptsächlich aus Sand bestehen, theilweise durch ihre Schwere, theilweise durch die Kraft

Digitized by Google

mit welcher sie durch die musculösen Elemente in Darm fortgetrieben werden, das Vermögen haben, die Plättchen nach aussen zu bewegen, während nach ihrem Durchtritt durch den Druck des umgebenden Seewassers, die Plättchen sogleich wieder gegen die Afteröffnung gedrückt werden.

Die äussere Fläche der Afterlücke wird ebenfalls von einer Fortsetzung der die äussere Schalenoberfläche bekleidenden Haut, mit dazwischen zahlreich vorkommenden Zangen- und Bügelpedizellarien überzogen. Die Bügelpedizellarien kommen auch hier in viel grösserer Zahl als die Zangenpedizellarien vor.

An der linken Seite der Oberlippe unmittelbar an der Stelle, wo sie in die angrenzenden Theile der Schale übergeht, kommt bei den *Spatangen* ein ziemlich grosses, unregelmässig viereckiges Kalkstück vor, das mit einem kleinen Theil an der Schale befestigt, übrigens frei hervorragt (Taf. VIII. Fig. 68).

Dieses Kalkstück läuft mit seiner Längsaxe der Schale parallel und weicht in histologischer Beziehung in nichts von der Schale ab. Es bildet eine Art inneres Skelett, von welchem die bei dem Darme näher zu beschreibenden Mesenterialplatten ihren Ursprung nehmen. Am Apicalpol kommt bei den *Spatangen* (Taf. VIII. Fig. 69) ein zweiter Stützapparat vor. An der inneren Fläche des Scheitelschildes entspringen zwei 4—5 *Mm.* lange, 1,2—1,4 *Mm.* breite, dünne Plättchen, welche mit einander convergiren, und also einen dreieckigen Kanal einschliessen, dessen obere Wand durch die Schale, und deren Seitenwände durch diese Plättchen gebildet werden. In diesem Kanal läuft der Anfangstheil des Steinkanals. Die Plättchen erstrecken sich von der Umgebung der Madreporenplatte in das hintere Interambulacralfeld. Von den frei nach hinten gerichteten Rändern dieser Plättchen entspringen, wie wir sehen werden, zwei Mesenterialfalten, welche sich bis zur Analöffnung fortsetzen, einerseits an der inneren Schalenwand aufgehängt, andererseits mit dem Endtheil des Darmes verbunden sind, und denselben also befestigen. In der Umgebung des vorderen Randes der Madreporenplatte werden diese Plättchen fester und dicker, und gehen in die innere Schalenwand über, nachdem sie erst vier kleine Brückenbogen gebildet haben. Jeder dieser Brückenbogen entspricht einer Genitalmündung (Taf. VIII. Fig. 69, Taf. III. Fig. 4). Durch diese

Digitized by Google

Bogen treten die Ausführungsgänge der Genitaldrüsen und bekommen dadurch eine feste Stütze.

Die Theile welche den oberen Stützapparat zusammensetzen, sind ganz wie die Schale gebaut und bestehen aus Kalknetzen mit dazwischen gelegenen Maschen. Nur sind die Maschen etwas grösser wie in der Schale.

DIE VERDAUUNGS-ORGANE.

Kauapparat.

Das knöcherne Gebiss der Echinusarten ist durch die Untersuchungen von VALENTIN, TIEDEMANN und MEIJER [1], was seinen gröberen Bau angeht, genügend bekannt. Mikroskopisch zeigen alle das knöcherne Gebiss zusammensetzenden Theile — mit Ausnahme der eigentlichen Zähne — dieselbe Structur wie die Schale und die Stacheln.

Die Maschen der Kalknetze sind nur etwas enger wie in der Schale und 0,006—0,008 *Mm.* gross (Taf. IV. Fig. 18). Untersucht man ein Stückchen (an feinen Schliffen) wo zwei Flächen an einander stossen, dann bemerkt man keine Maschen, sondern 0060—0,075 *Mm.* lange kalkhaltige Stäbchen, welche ein Art Gitterwerk bilden (Taf. IV. Fig. 19); an diese schliessen sich dann wieder die Maschen an. Nach Behandlung mit HCl, lösen sich fast alle Theile des knöchernen Gebisses unter starker Gasentwickelung auf, und nur ein kleiner Rückstand organischer Substanz bleibt übrig, welche aus Bindegewebe besteht und in welchem man theilweise noch dieselbe Structur erkennen kann: ein feines Maschenwerk von Bindegewebsfibrillen, mit einzelnen in den Maschen zerstreut gelegenen kleinen Kernen (Taf. IV. Fig. 20 a. b. c.). Es scheint aber, dass besonders die am meisten an der Peripherie gelegenen Theile der knochenharten Stücke nach Behandlung mit HCl diese organische Substanz zurücklassen, während die mehr centralen Theile

---

[1] MEYER. Archiv f. Anat. und Phys. 1849 S. 191.

Digitized by Google

sich ganz auflösen ohne eine Spur organischer Substanz zu hinterlassen. Die eigentlichen Zähne haben eine sehr complicirte Structur.

Früher wurde nur einfach angegeben, dass die Zähne aus Schmelzfasern aufgebaut wären. MEYER[1] beschreibt sie folgendermaassen: "In histologischer Beziehung wird der Zahn aus Schmelzfasern gebildet, welche in 3 Ordnungen gelagert sind.

Je eine Ordnung entspricht einem Seitentheile der peripherischen Platte und die dritte der inneren radialen Platte des Zahnes. Die Fasern der drei Ordnungen, unter sich parallel, convergiren nach unten, und treffen in der Linie zusammen, in welcher sich die peripherische Platte mit der radialen vereinigt." WALDEYER[2] dagegen sagt über ihren Bau folgendes: "Die Echinidenzähne sind lange, schmale, leichtgekrümmte Platten, die an ihrer Innenfläche in der Mittellinie einen starken Kiel tragen; die Hauptmasse wird als peripherische, der senkrecht auf derselben sitzende Theil als radiale Platte bezeichnet.

Die radiale Platte ist ziemlich weich und lässt sich leicht in schmale Blätter spalten, die wiederum aus langen, an den Enden etwas umgebogenen Prismen bestehen. Bedeutend härter ist die peripherische Platte, deren Prismen viel schmäler und kürzer sind als die des Kiels. Zwischen diesen Prismen, die in jeder Platte einander theils parallel laufen, theils kreuzen, liegen noch dünne, glänzende Kalkplatten, die vielfach ein äusserst zierliches Netz von feinen anastomosirenden Kanälchen zeigen. Bei der Behandlung mit HCl lösen sich die Prismen unter starker Gasentwickelung ohne jeden organischen Rückstand auf; sie scheinen demnach fast nur aus kohlensaurem Kalk zu bestehen. Härte, Grösse und chemische Beschaffenheit unterscheidet sie also bedeutend vom ächten Zahnschmelz; auch haben sie nicht die regelmässige 4—6 seitige Form der Fasern des letzteren."

An jedem Zahne muss man das einwärtsgebogene weiche Hinterende (la plume dentaire Val.) und das meisselförmig zugeschärfte harte Vorderende unterscheiden. Bei *Echinus* hat der Zahn auf einem Querschnitt eine T förmige Gestalt und lässt einen peripherischen

---

[1] MEYER. Archiv f. Anat. und Phys. 1849. S. 191.

[2] W. WALDEYER. Stricker's Handb. 1870. S. 343.

Digitized by Google

und einen radialen Theil (den Kiel) unterscheiden. In der Mitte ist der Kiel am meisten entwickelt; nach unten geht er allmählig in die Spitze und nach oben in den weichen Theil des Zahnes über.

Das einwärts gebogene weiche Hinterende wird von einer ziemlich stark entwickelten bindegewebigen Membran umhüllt, an welche sich die zuerst von VALENTIN beschriebene Zahnmuskulatur inserirt. Diese Membran ist aus einem an Zellen sehr reichen, an Fasern armen Bindegewebe aufgebaut; mehr nach vorn (unten) treten jedoch auch fibrilläre Bindegewebsbündel in dieser Membran auf (Taf. V. Fig. 31, 32). Es scheint, dass diese Membran als die Matrix des Zahngewebes aufzufassen ist. Wenn man einen Theil des weichen Hinterendes untersucht, so findet man zwei Reihen von im Anfang erst kleinen, später grösseren Plättchen, welche einander in der Mittellinie unter einem ziemlich stumpfen Winkel begegnen und einander dachziegelförmig bedecken.

Die Plättchen haben die Form eines Zirkelsegments. Sie lassen sich ziemlich leicht isoliren, stimmen im Bau fast vollkommen mit der den Zahn umhüllenden Membran überein, und bestehen wie diese aus einer an kleinen Zellen und Kernen reichen, an Fasern armen Grundsubstanz. Untersucht man einen Theil der Plättchen welche etwas mehr dem vorderen (unteren) Ende genähert sind, so bemerkt man dass sie nicht mehr einfach aus einer zelligen Grundsubstanz bestehen, sondern in der Mitte hat sich eine Art Gitterwerk entwickelt.

Es sind feine 0,002 –0,0024 *Mm.* breite pallisadenähnliche Stäbchen, welche aus kohlensaurem Kalk bestehen. Die peripherischen Theile zeigen noch dieselbe Structur als die Plättchen des weicheren Hinterendes (Taf. V. Fig. 34). Noch mehr nach vorn bemerkt man, dass auch in den peripherischen Theilen Verkalkungen der Plättchen ebenfalls unter der Gastalt pallisadenförmiger Stäbchen auftreten, während die zellige Natur mehr in den Hintergrund tritt. Die Bälkchen in der Mitte der Plättchen werden dicker und fester; unter ihnen entwickelt sich ein neues System von nadelförmigen Kalkstäbchen (Taf. V. Fig. 35).

Diese nadelförmigen Kalkstäbchen beider Reihen von Plättchen stossen unter stumpfen Winkeln zusammen und bilden den ersten Anfang des Zahnkieles. Noch mehr nach vorn nehmen die Kalkna-

Digitized by Google

deln mehr die Form an von an der Basis 0,006—0,014 *Mm.* breiten, an den Enden jedoch sehr schmalen Prismen an. Dieselben läufen, wie WALDEYER schon bemerkt hat, theils parallel, theils kreuzen sie einander; sie scheinen nur aus kohlensaurem Kalk zu bestehen, denn nach Behandlung mit HCl, lösen sie sich, ohne jeden organischen Rückstand zu hinterlassen, unter starker Gasentwickelung auf. Um das harte Vorderende zu untersuchen, muss man feine Schliffe anfertigen. An Schliffen, welche parallel mit dem Kiel des Zahnes verlaufen, kann man sehr deutlich die radiale (Kiel) und die peripherische Platte unterscheiden. An der peripherischen Platte unterscheidet man wieder zwei Theile, den peripherischen und den centralen Theil. Der peripherische Theil bildet da, wo die Plättchen welche den Zahn zusammensetzen an einander stossen, ein schwierig zu enträthselendes maschiges Gewebe; der centrale Theil besteht aus regelmässigen 0,003—0,0035 *Mm.* dicken Bälkchen, welche die Dicke der Plättchen angeben (Taf. V. Fig. 36). Ein heller structurloser Streifen gibt die Grenze der radialen und peripherischen Platte des Zahnes an. Die radiale Platte (der Kiel) des Zahnes besteht dort wo sie an den centralen Theil der peripherischen Platte grenzt, aus einem äusserst dichtem, fibrillären Gewebe; mehr nach dem Innern hin wird die Structur deutlicher; man sieht deutliche Reihen von Bälkchen (die Prismen des Kieles welche einander parallel verlaufen), und bei einer kleinen Verschiebung des Focus ein System dreieckiger oder polygonaler Felder (die querdurchschnittenen Prismen des Kieles, welche einander kreuzen) (Taf. V. Fig. 37). Wenn man solche Schliffe mit HCl behandelt, dann bemerkt man, dass von der peripherischen Platte nichts, von der radialen Platte jedoch Spuren organischer Substanz (Bindegewebe) übrig bleiben. Es scheint also, dass während die Prismen selbst ganz aus kohlensaurem Kalk aufgebaut sind, zwischen den Prismen noch Spuren organischer Substanz bestehen bleiben. Untersucht man senkrecht zur Oberfläche des Zahnes gefertigte Schliffen, an denen man also die T förmige Figur zu sehen bekommt, so kann man in dem Zahnkiel ein prachtvolles Mosaik — die Durchschnitte der Zahnprismen — beobachten, während man auch zugleich wieder, bei geringer Verschiebung des Focus, feine Streifen — die Grenzlinien der Prismen — bemerkt. Aus der ganzen Structur des Zahnes,

Digitized by Google

geht also hervor dass er — wie WALDEYER schon bemerkt hat — nicht aus Schmelzfasern aufgebaut ist, sondern im allgemeinen aus kohlensaurem Kalk besteht, denn sowohl chemische Beschaffenheit wie Härte unterscheidet den Echinenzahn bedeutend von dem eigentlichen Zahnschmelz der Wirbelthiere. Nur das meisselförmig zugescharfte Vorderende des Zahnes ragt aus der Mundhaut hervor.

Die Muskeln welche die verschiedenen Theile des Kauapparates bewegen, sind schon genau durch TIEDEMAN [1] und VALENTIN [2] beschrieben. Dagegen liegen über ihre histologischen Verhältnisse noch wenige Angaben vor. LEYDIG [3] beschreibt die Muskelfasern als keilförmige Stücke von ziemlicher Grösse, die quer gegen einander geschoben sind und von einer zarten Hülle umgeben. KÖLLIKER [4] beschrieb die rothgelb gefärbte Muskulatur des Kauapparates der Echinen, aus deutlich quergestreiften Faserbündeln zusammen gesetzt. SCHWALBE [5] hat für seine Untersuchungen die Interambulacralmuskelbündel von Ophiothrix fragilis und von zwei Asteridenarten benützt, hatte jedoch keine Gelegenheit die Echiniden selbst zu untersuchen. Er empfehlt aber besonders die Mm. interpyramidales an. Bei Ophiothrix fragilis fand er in Uebereinstimmung mit LEYDIG, dass den Muskelfasern, ein Sarkolemm zukommt und dass sie doppelt schräggestreift sind. Die Resultate meiner Untersuchungen über den histologischen Bau der Muskelfasern der Echinen weichen aber bedeutend von denen, zu welchen SCHWALBE bei den Ophiuren und Asteriden gelangt ist, ab. Die Muskelfasern des Kauapparates sind wohl am besten für die Untersuchung geeignet. Bringt man ein Muskelbündel von einem Echinus, im frischen Zustande unter Zusatz von Seewasser oder von 1% Kochsalzlösung, nachdem man vorher das Bündel etwas zu isoliren versucht hat, was sehr leicht gelingt, unter das Mikroskop, so kann man sich mit einiger Mühe dem Vorkommen eines Sarkolemm überzeugen. Das Sarkolemm liegt der Muskelfaser eng an, und ist daher nicht immer leicht zu sehen. Zwischen dem Sarkolemm und der

---

[1] TIEDEMAN. L. c. S. 74.

[2] VALENTIN. L. c. S. 63.

[3] LEYDIG. Archiv. f. Anat. und Phys. 1854 S. 319.

[4] KÖLLIKER. Würzb. Verhandl. Bd. VIII. S. 111. 1858.

[5] G. SCHWALBE. Archiv. f. microsc. Anat. Bd. V. S. 211. 1869.

Digitized by Google

contractilen Substanz der Muskelfaser, bemerkt man zuweilen einen Kern von elliptischer Gestalt und mit einzelnen kleinen Körnchen in dem übrigens homogenen Inhalt. Bei Anwendung des Immersionssystemes (HARTNACK $^3/_9$) habe ich niemals eine doppelte Schrägstreifung beobachten können. Die contractile Substanz ist mit Ausnahme einiger kleinen hellen Kügelchen fast vollkommen homogen. Zuweilen bemerkt man eenige feine Linien, wie man sie auch in den Muskelfasern der Füsschen sieht, doch diese scheinen auch hier von Fältchen abzuhängen. Zur Vergleichung der Muskelfasern aus dem Kauapparate der *Echinen*, habe ich die der Borstenwürmer gewählt. Bei den letzteren (*Aphrodite*, *Terebella*, *Nereis*, *Pectinaria*) habe ich die von SCHWALBE beschriebene und auch bei diesen Thieren beobachtete doppelte Schrägstreifung prachtvoll gesehen, während, wie ich wiederhole, die Muskelfasern der *Echinen* keine Spur davon zeigen. (Taf. V. Fig. 33.)

Es ist wirklich höchst merkwürdig, dass der Bau der Muskelfasern bei den *Ophiuren* und *Asteriden* so bedeutend von dem der *Echinen* abweichet. Die Muskelfasern sind gewöhnlich 0,012 *Mm.*— 0,016 *Mm.* breit, und haben eine Länge, welche derjenigen des ganzen Muskels nahezu gleich kommt. Wenn man die Muskelfasern einige Tage in Auflösungen von Bi-chrom pot von $1^0/_0$—$2^0/_0$ liegen lässt und dann untersucht, kann man sie ausserordentlich leicht isoliren und sich von dem Vorkommen eines Sarkolemms überzeugen. Man beobachtet dann sehr oft — wie SCHWALBE auch angiebt — äusserst feine Fäserchen, welche mit dreieckiger Basis der Muskelfaser aufsitzen. Ihre Bedeutung ist mir unbekannt geblieben. Ob es vielleicht, wie SCHWALBE vermuthet, Nervenfäserchen sind ist nicht aus zu machen. Behandlung mit Goldchloridlösung hat mir darüber keinen näheren Ausschlüss gegeben (Taf. IV. Fig. 17.).

Den Spatangen geht ein Kau-apparat vollkommen ab.

DARMKANAL.

Der Verdauungskanal der *Echiniden* lässt Schlund, Speiseröhre, einen Magendarm und Enddarm unterscheiden. Der Schlund reicht

Digitized by Google

von der centralen Höhle des Mundes bis an das obere Ende der Gebisspyramide. Auf einen Durchschnitt ist er in seinem Anfang fünffaltig oder fünfkantig, mehr nach oben dagegen rundlich. Eine Einschnürung am unteren Rande der Schaltstücke bildet seine Grenze gegen den Oesophagus, welcher, nachdem er im Aufsteigen zwei kurze Biegungen gemacht hat, in den eigentlichen Darm übergeht. Dieser beginnt met einem kurzen oder etwas längeren Blindsacke, durchläuft, indem er dem Umfang der Leibeshöhle folgt, von links nach rechts einen vollständigen Kreis, kehrt sich dann aufwärts um und beschreibt von rechts nach links einen zweiten Kreis; beide Kreise bilden vor jedem der fünf Ambulacralfelder einen abwärts und vor jedem Interambulacralfelde einen aufwärts gehenden Bogen. Der engere Mastdarm steigt schief gegen die centrale Afteroeffnung auf, fängt unter dem hinteren linken Ambulacralfelde an, und endet am Apicalpol.

Der Schlund fängt mit 5 lippenartigen Wülstchen an (Taf. V. Fig. 38), welche durch eine nicht sehr stark ausgeprägte longitudinale Furche mehr oder weniger in zwei Portionen getheilt werden. Dieselben befinden sich in den Zwischenräumen der Zahnpyramiden, alterniren also mit den Zähnen und entsprechen den Interambulacralfeldern. Zwischen den fünf Wülstchen kommen fünf faltenförmige Vertiefungen vor, welche sich längs des ganzen Schlundes bis zum unteren Ende der Schaltstücke fortsetzen. Von den seitlichen Theilen der Wülstchen entspringen in verschiedenene Richtungen sich kreuzende Muskelfasern, welche sich an die centralen Ränder der Zahnstücke der Gebisspyramiden inseriren. Von den meist prominirenden mittleren Theilen dieser Wülstchen entspringen je zwei dünne, weissliche, schmale Bändchen, welche sich an den zwei, (dem unteren Rande der centralen Fläche der Bügelstücke zugehoriger kleinen) Hervorragungen befestigen. Diese Bändchen bestehen aus sehr feinen wellenförmig verlaufenden Bindegewebsbündeln. Im unteren Theil inseriren sich an die Seitenränder einige Muskelfasern welche von den lateralen Flächen dieser Wülstchen entspringen. Auch VALENTIN [1] hat diese Bändchen schon beschrieben und sagt über ihre histologische Structur: "ils se composent

[1] VALENTIN. L. c. S. 76.

Digitized by Google

de fibres analogues à celles des ligaments exterieures de la lanterne."

Am Verdauungskanal kann man bei den *Echiniden* vier Schichten, von aussen nach innen, folgendermaassen unterscheiden.

1. Eine äussere Bindegewebsschicht, 2. eine longitudinale, 3. eine transversale Muskelfaserschicht, 4. eine innere Bindegewebsschicht.

Die äussere Bindegewebsschicht trägt ein Flimmerepithelium. Dieses Flimmerepithelium deckt den Oesophagus von der Stelle ab wo er selber an den Schaltstücken der Laterne heraustritt. Dieselbe besteht aus sehr zartem fibrillärem Bindegewebe mit darin zerstreut gelegenen zelligen Elementen (Bindegewebszellen), Pigmentzellen und Kalkkörperchen (Taf. IV. Fig. 22). LEYDIG [1] erwähnt schon das Vorkommen fibrillären Bindegewebes am Darmtractus bei den Echinen. Auch SEMPER [2] hat bei den *Holothurien* eine solche fibrilläre Bindegewebsschicht nachgewiesen. Von den beiden Muskelfaserschichten bildet die äussere die Ringfaser-, die innere die Längsfaserschicht.

Die Muskelfasern sind 0,0026—0,0008 *Mm.* breite Fasern, an welchen man zuweilen einen Kern, dagegen kein Sarkolemm beobachten kann (Taf. IV. Fig 23). In Übereinstimmung mit den *Holothurien*, wie SEMPER angiebt, habe ich auch bei den *Echiniden* immer die Längfaserschicht viel stärker wie die Ringfaserschicht entwickelt angetroffen. Die Muskelfaserschicht ist am ganzen Darmtractus nicht überall gleich stark. Am Pharynx und am Oesophagus ist sie am stärksten vertreten; hier bilden die Muskelfasern eine wirkliche Schicht; dagegen finde ich sie am übrigen Darmkanal, besonders an den hinteren Theilen des Darmes, sehr wenig ausgeprägt. Die Längfaserschicht ist noch am deutlichsten nach zu weisen, dagegen ist die Querfaserschicht nur auf einige zerstreute Fasern beschränkt. Die innere Bindegewebsschicht besteht auch wieder aus zwei Schichten: einer eigentlichen Bindegewebs- und einer mehr zelligen Schicht, welche ich die Drüsenschicht nennen will. Die erstere bildet eine an Zellen arme, an sehr feinen Fibrillen reiche Schicht, welche der Träger der Blutgefässen ist und am ganzen Darm fast überall gleich stark entwickelt vorkommt. Die Drüsenschicht dagegen ist in den verschiedenen Regionen des Darm-

[1] LEYDIG. L. c. S. 314.

[2] SEMPER. Reise im Archipel der Philippinen. Zweiter Theil. Wissenschaft. Reisen. 1 Bd. Holothurien. S. 112.

Digitized by Google

kanals sehr ungleichartig gebaut. SEMPER hat bei den *Holothurien* ebenfalls eine innere Bindegewebsschicht, welche viel stärker wie die äussere entwickelt sein sollte, unterschieden. Diese ist auch wieder aus einer äusseren fibrillären mit wenig zelligen Elementen und einer inneren fast nur aus Zellen bestehenden Schicht aufgebaut. Die innere zellige Schicht ist nach ihm weniger stark als die Faserschicht ausgebildet; nur im Schlunde und im Kaumagen erreicht sie, durch die Ausbildung ihrer Drüsen, eine grössere Dicke. Die Beschreibung welche SEMPER von dieser inneren Bindegewebsschicht der *Holothurien* gibt stimmt nur für einige Theile des Darmrohrs mit den *Echinen* überein.

Wenn man bei frischen Thieren den Pharynx aus der Gebisspyramide herausnimmt und aufschneidet, so bemerkt man, dass den fünf faltenförmigen Vertiefungen fünf Hervorragungen entsprechen, welche von den Ausschnitten zwischen den fünf Wülstchen entspringen und sich bis zum oberen Drittel des Pharynx fortsetzen. Von der Mitte jedes Wülstchens entspringt ebenfalls eine kleine Vertiefung, so dass die innere Fläche des Pharynx also zehn Furchen, fünf grössere und fünf kleinere, erscheinen lässt. Die letzteren treten nur im unteren Drittel auf, so dass man also oberhalb dieses Theiles (im zweiten Drittel) nur die fünf grösseren Furchen bemerkt. An allen diesen Furchen kommen nun wieder kleinere Hervorragungen und Vertiefungen vor, welche an den Wülstchen anfangend, erst grösser, später aber kleiner werdend, senkrecht zu den anderen, also transversal gelagert sind (Taf. V. Fig. 39).

Diese Hervorragungen oder Höckerchen bestehen aus Bindegewebsnetzen mit eingestreuten Pigmentkörnchen, welche kleine Maschen bilden, in welchen sehr kleine Zellen und Kerne abgelagert sind.

In dem oberen Theil des Pharynx und im Oesophagus bildet die Drüsenschicht zahlreiche, dicke, an einander stehende, papillenähnliche Hervorragungen, Schlundpapillen, welche aus einem Gerüste von Bindegewebe bestehn. Mitten in jeder Papille verläuft ein ziemlich dicker Strang von Bindegewebsbündeln, welche nach der Peripherie hin aus einander strahlen und so ein Netzwerk von theils kleineren, theils grösseren Maschen bilden. In dem ganzen Bindegewebsgerüste, besonders jedoch in dem in der Mitte der Papille verläufenden Strang

Digitized by Google

sind überaus zahlreiche, sehr kleine Pigmentkörnchen abgelagert (Taf. IV. Fig. 24.). Die Maschen sind zum grössten Theil mit Zellen, theilweise auch mit kleinen Pigmentkörnchen angefüllt. Die Zellen sind sehr verschieden geformt. Runde mehr oder weniger ovale wechseln mit birn-und flaschenförmigen ab. Ihr Inhalt ist fein körnig, mit oder ohne Kern (Taf. IV. Fig. 28.). Die Maschen, in welchen sie abgelagert sind, wechselen ebenfalls sehr in Grösse. Einige sind so klein, dass nur eine, höchstens zwei Zellen darin Platz finden können, andere dagegen schliessen in ihrem Innern ein ganzes Conglomerat von Zellen ein (Taf. IV. Fig. 26). Ausserdem scheint es, dass die ganze Papille im frischen Zustand noch von einem äusserst zartem Epithelium bekleidet ist. Nach unten scheinen sich an der Basis der Papille auch Muskelfäserchen (von der Muskelhaut her) zwischen die Bindegewebsbündel zu verflechten. Am meisten zeichnen sich aber die Papillen durch ihren Gefässreichthum aus, sodass ihnen vielleicht die Bedeutung von inneren Kiemen zukommt (S. Blutgef.) An der äusseren Oberfläche des Oesophagus bemerkt man schon die Stellen, welche die an der inneren Oberfläche vorkommenden Papillen entsprechen. Es sind unregelmässig zerstreute, durch Ablagerung von zahlreichen Pigmentkörnchen sich auszeichnende sehr kleine Felder von mehr oder weniger ovaler Form. VALENTIN[1] beschreibt sie folgendermaassen: "L'oesophage se distingue à l'exterieur par une apparence tout particulière, l'on aperçoit à sa surface une quantité de stries longitudinales irrégulières, auxquelles correspondent des tissus folliculés non moins régulières." Ueber die Bedeutung der Papillen selbst, von ihm tissus folliculés genannt, sagt er: "Je dois cependant ajouter que l'on voit au milieu de la plupart de ces follicules des points clairs, correspondant au canal sécréteur d'une glande ou á son ouverture. Dans l'autres, on ne remarque, il est vrai, aucune trace d'une organisation sembable, ni aucun canaux glanduleuses" In den Papillen habe ich niemals etwas gesehen, was mit einem Ausführungsgang Ähnlichkeit hatte. Die ganze Papille ist überall vollkommen gleich gebaut. Welche Bedeutung sie haben, weiss ich nicht. Am

[1] VALENTIN. L. c. S. 77.

Digitized by Google

meisten ist nur, wie schon vorgehoben, ihr grosser Reichthum an Gefässen aufgefallen.

In den übrigen Theilen des Darmkanals ist das Verhalten der Drüsenschicht ein ganz anderes. Von der Stelle wo der Oesophagus in den Darm übergeht, bemerkt man eine einfache Schicht röthlichbrauner 0,007‴ — 0,009‴ grosser, runder Zellen (Taf. IV Fig. 30.). Dieze Zellen haben einen körnigen Inhalt, und sind theilweise mit, theilweise ohne Kern. Vielleicht sind sie als das Analogon einer Leber auf zu fassen. Ungefähr an der Stelle, wo der links nach rechts verlaufende Theil des Darmes sich aufwärts umkehrend, den umgekehrten Verlauf beginnt, macht diese röthlich braune Zellenschicht einer anderen Platz, welche aus 0,002‴ — 0,0024‴ kleinen mit äusserst feinem Moliculäreninhalt versehnen und sehr dicht auf einander stehenden Zellen besteht. Zwischen diesen sehr kleinen kernlosen Zellen findet man hier und dort einige etwas grössere, welche einen ziemlich grossen Kern im Innern haben, zerstreut (Taf. IV. Fig. 21.).

Ein inneres Flimmerepithelium, wie SEMPER[1] bei den *Holothurien* im ganzen tractus intestinalis bis zum Magen gefunden hat, geht den *Echinen* ab.

Der Verdauungskanal der Seeigel ist an die innere Fläche des Perisoms durch Bänder angeheftet, welche längs des ganzen Darms vorhanden, eine Art von Mesenterium darstellen.

Mikroskopisch untersucht bestehen sie aus wellenförmig verlaufenden Bindegewebsbündeln mit eingestreuten Pigment- und Kalkkörperchen und bilden dünne schmale Bändchen, welche an beiden Flächen mit einem Flimperepithelium bekleidet sind. Sie kommen auf regelmässigen Abständen von einander vor und gehen unter abgerundeten Winkeln in einander und in einen an der Rückenfläche des ganzen Darms verlaufenden Streifen über. Von Gefässen habe ich keine Spur beobachten konnen. Auch JOH. MÜLLER[2] giebt an, dass diese Bändchen einfach aus Bindegewebe bestehen, während TIEDEMAN[3] und VALENTIN[4] Ästchen der Darmgefässe über diese Bändchen

[1] SEMPER. L. c. S. 113.
[2] JOH. MULLER. L. c. S. 137.
[3] TIEDEMAN. L. c. S. 80.
[4] VALENTIN. L c S. 81.

Digitized by Google

hin auf der, die Schale innerlich bekleidenden, Haut verbreiten lassen.

VALENTIN beschreibt sie folgendermaassen: "Ils se composent d'une double lamelle de simple construction, frigmentées en quelques endroits et contenant des vaisseaux sanguins, surtout entre ses feullets."

Nach meiner Untersuchungen bestehen die Mesenterialbändchen nicht aus zwei Lamellen, sondern nur aus einer Einfachen.

Der Afterdarm wird eben kurz bevor dass er an der Afteröffnung ausmündet, durch feine Bändchen, welche in einen Kreis angeordnet sind, an der inneren Schalenwand befestigt. Diese Bändchen bestehen aus fibrillärem Bindegewebe, und stimmen in Bau vollkommen mit den Mesenterialbändchen überein. Besondere Muskeln, wie VALENTIN[1] sie beschrieben und unter dem Namen: "Musculi motores ani" gedeutet hat, habe ich nicht auffinden können.

Dem Mund der *Spatangen* fehlt jede Spur von Kauwerkzeugen. Der Darm hat einen sehr merkwürdigen Verlauf und beschreibt vier Windungen (Taf. VI, Fig. 40, 41, 42.). Wir denken uns das Thier — ein für allemal — auf der Bauchfläche liegend, mit dem Munde nach vorn und mit dem After nach hinten gekehrt. Der Anfangstheil des Darmes steigt erst etwas nach rechts und oben, biegt sich dann von rechts nach links (1ste Windung) und zugleich etwas nach vorn bis der Darm ungefähr die Peripherie der Schale erreicht hat. So bald er in der Nähe der Schalenwand gekommen ist, entspringt an der oberen Fläche des Darmes ein Divertikel, das sich nach hinten und oben schiebt. Von der Bauchfläche aus ist von demselben nichts zu sehen. Darauf geht der Darm der Schalenwand entlang von links nach rechts (2te Windung). Die zweite Windung beschreibt nahezu einen Kreis. Nun biegt er wieder um, verläuft oberhalb der vorigen Windung von rechts nach links (3te Windung), immer der Peripherie der Schale folgend, bis er ungefähr wieder einen halben Kreis beschrieben hat. Dann verlässt er die Schalenwand und begiebt sich mehr in die Mittellinie.

In der Umgebung der Madreporenplatte wendet er sich wieder

---

[1] VALENTIN. L. c. S. 24.

Digitized by Google

von links noch rechts (4te Windung), bleibt im fünften hinteren Interambulacralfeld und geht so nach dem Anus.

Am Darm kann man den Schlund, die Speiseröhre, den Magen, den Dünn- Dick- und Enddarm unterscheiden. Obgleich ich damit durchaus nicht angeben will, dass diese Abtheilungen des Darmes den Theilen, welche man gewöhnlich als solche bezeichnet, entsprechen, dienen diese Namen nur, um dadurch die verschiedenen Abtheilungen des Darmes der Spatangen, welche so wohl macroscopisch als microscopisch bedeutend von einander abweichen, zu unterscheiden.

Der ganze Darm ist nun durch ein Mesenterium (Taf. VI, Fig. 40, 41, 42 b) an die Schalenwand befestigt. Öffnet man einen Spatangus, dann bemerkt man, dass am Darm, überall wo er in der Nähe der Schale verläuft, ein 1—1,5 *Mm.* breites Bändchen vorkommt. Von dem letzteren entspringen zahlreiche, feine Bändchen, welche sich an hervorspringende Höckerchen der inneren Schalenwand inseriren. Neben diesen zahlreichen kleinen Mesenterialbändchen, kommen noch grosse Mesenterialplatten vor. Diese sind zwischen den centralen Theilen des Darmes ausgebreitet, befestigen dadurch den Darm noch mehr und sind zugleich die Träger der näher zu beschreibenen Gefässe und Organe.

Man kann vier Mesenterialplatten, zwei an der Rücken- und zwei an der Bauchfläche unterscheiden. Die ersteren kann man wieder in eine grosse und eine kleine trennen. Die kleine ventrale Mesenterialplatte (Taf. VI, Fig. 41 l), entspringt rechts vom Stützapparat am Munde, und inserirt sich links am Oesophagus, die grosse (Taf. VI, Fig. 40, 41, 42 l.) entspringt vom ganzen Stützapparat, läuft über die kleine, vereinigt sich mit dieser an der Stelle wo der Oesophagus in den Magen übergeht, und heftet sich an den Magen, Dünn- und Dickdarm, bis zur Umbiegung des Dickdarmes (der Uebergangsstelle der zweiten Darmwindung in die dritte). Die Mesenterialplatten der Rückenfläche kann man ebenfalls in eine grosse und kleine unterscheiden. Die kleine entspringt von dem freien hinteren Rande der linker Platte des Stützapparates und von der inneren Schalenwand, und heftet sich an die obere Fläche des Enddarmes bis zum Anus. Die grosse nimmt ihren Ursprung (Taf. VI, Fig. 40 n) von der rechten Platte des Stütz-

Digitized by Google

apparates, senkt sich etwas mehr in die Tiefe, und gibt einen Fortsatz nach hinten, welche sich zwischen der inneren Schalenwand und der lateralen Fläche des Enddarmes ebenfalls bis zum Anus erstreckt, dann seitlich vom Dickdarm und dem unteren Rande des Divertikels, zur Übergangsstelle der dritten Darmwindung in die zweite, verläuft, wo die grosse dorsale Mesenterialplatte der grossen ventralen begegnet. Der obere Rand des Divertikels, welcher parallel der oberen Schalenwand verläuft, wird durch kleine Mesenterialbändchen an die Schalenwand aufgehängt.

Am Darm kommt nun noch ein sehr merkwürdiges Organ vor, dessen Homologie im ganzen Thierreich nicht bekannt ist. Es ist ein ziemlich langes mehr oder weniger gewundnes, theilweise an der grossen ventralen Mesenterialplatte verlaufendes, mit zwei Öffnungen im Darm einmündendes Organ. Ich habe dieses Organ, als "das gewundene Organ", bezeichnet. Der Anfangstheil des Darmkanales, welchen wir den Schlund genannt haben, nimmt seinen Ursprung an den Lippen. An der Unterlippe entspringt der Schlund aus einer rinnenförmigen Vertiefung, welche sich ungefähr einen Millim. von dem frei hervorragenden, stumpfwinkeligen Rande befindet; an der Oberlippe fängt er am hinteren freien Rande an, wo die die Lippe zusammensetzenden Plättchen ihre Kalknetze zum grössten Theil eingebüsst haben. Durch den freien Vorsprung des unteren Lippenrandes wird also der Anfangstheil des Schlundes unmittelbar von dem Seewasser befeuchtet. Durch die freien Bewegungen (das sich Senken oder Heben) der Oberlippe kann die Mundöffnung vergrössert, oder verkleinert, vielleicht auch gänzlich abgeschlossen werden (Taf. VII Fig. 46).

Der Schlund geht ohne bestimmte Grenze in den Oesophagus über. Während die innere Oberfläche des Schlundes ganz flach ist, zeigt die des Oesophagus sehr zahlreiche feine, longitudinale Fältchen (Taf. VII Fig. 45). Bei dem Übergang des Oesophagus in den Magen erweitert sich der Darm sehr bedeutend und übersteigt den Durchmesser der Speiseröhre fast um das Drei- bis Vierfache. Im ersten Drittel des Magens treffen wir ebenfalls sehr zahlreiche Fältchen an, welche jedoch im mittleren Theil schon weniger entwickelt sind und im hinteren Drittel fast vollkommen fehlen. An der Stelle wo das gewundene Organ mit der einen Öffnung in den Darm

Digitized by Google

einmündet, grenzt sich der Magen vom Dünndarm ab. In der unmittelbaren Nähe der Einmündungsstelle des gewundenen Organs bemerkt man eine Reihe kleiner hervorragenden Höckerchen oder Drüschen, welche angefähr in Halbkreisen angeordnet sind (Taf. VII Fig. 47). Der übrige Theil des Dünndarmes zeichnet sich durch nichts Besonderes aus. An der Stelle wo das Divertikel in den Darm einmündet, grenzt sich der Dünndarm durch eine faltenförmige Hervorragung von dem Dickdarm ab (Taf. VII Fig. 48). Die innere Fläche des Dickdarmes ist vollkommen glatt. Ungefähr in den Nähe der Umbiegungsstelle des Dickdarmes (des Überganges der zweiten Windung in die Dritte) öffnet sich das gewundene Organ mit seiner zweiten Mündung in den Darm. Das Lumen vom Dünn- und Dickdarm ist fast überall gleich gross. Am letzteren Theil des Nahrungskanals wird der Darm wieder eng, bildet den Mastdarm und geht so nach der Analplatte. Am Darm der *Spatangen* kann man die folgenden Schichten von aussen nach innen unterscheiden: 1) eine äussere Bindegewebsschicht, 2) eine transversale, 3) eine longitudinale Muskelfaserschicht, 4) eine innere Bindegewebsschicht. Die äussere Bindegewebsschicht besteht aus einer an Zellen armen, an sehr zarten Fasern reichen Haut, welche an ihrer freien Fläche sehr lange Wimperhaare trägt. Diese Schicht ist eine Fortsetzung der die innere Schalenwand auskleidenden und der die Mesenterialplatten zusammensetzenden Haut, welche jedoch merklich an Festigkeit eingebüsst hat.

Die Fasern welche die transversale und die longitudinale Muskelschicht zusammensetzen sind 0,008 *Mm.* — 0,0035 *Mm.* breit, durchaus homogen, und gewöhnlich mit einem Kern versehen. Sie sind nicht überall eben stark vertreten. Im Schlund, Oesophagus und Magen bilden sie eine ziemlich starke Schicht. Longitudinale wie transversale Fasern verlaufen in dichten Zügen neben einander und bilden eine fest zusammenhängende Lage. Besonders am Magen sind die transversalen Muskelfasern sehr stark vertreten.

Am Dünndarm sind die muskulösen Elemente bedeutend spärlicher. Die longitudinalen Fasern sind besonders wenig ausgeprägt, dagegen sind die transversalen etwas stärker vertreten. Über die Oberfläche der Dünndarmwand sieht man regelmässig parallel verlaufende, feine Bändchen (Taf. VI Fig. 41, 42, q), welche ganz aus

Digitized by Google

Muskelfasern aufgebaut sind. Am Dickdarm kommen die longitudinalen so wohl als die transversalen Fasern sehr sparsam vor und bilden ziemlich weit von einander stehende, schmale, dünne Reihen. Am Enddarm dagegen, besonders gegen die Afterlücke hin treten die beiden Muskelschichten wieder stark auf und bilden wie am Oesophagus fest an einander gereihte Bündel.

Wie die Muskelfaserschicht, so zeigt auch die innere Bindegewebsschicht in den verschiedenen Partien des Darmkanals einen bebeutenden Wechsel. Wie bei den *Holothurien* und *Echiniden* besteht die innere Bindegewebsschicht auch hier aus zwei Schichten, einem eigentlichen bindegewebigen und einem mehr zelligen Theil, welchen man eine Drüsenschicht nennen kann. Die erstere, der longitudinalen Muskelfaserschicht aufliegend, besteht zum grössten Theil aus fibrillärem Bindegewebe mit verhältnissmässig wenig zelligen Elementen. Sie ist Trägerin der Blutgefässe, welche einfache Lücken in der Substanz bilden, und ist in den verschiedenen Theilen des Darmkanals fast überall gleich stark entwickelt. Die Drüsenschicht ist fast ganz ohne Fasern, zum grössten Theil nur aus Zellen gebildet, welche in einer sehr sparsamen hyalinen Grundsubstanz liegen. Sie ist nicht wie die eigentliche Bindegewebsschicht überall gleichmässig stark, sondern zeigt bedeutende Abweichungen. Im Schlund, Oesophagus und Magen besteht die Drüsenschicht aus 0,006—0,008 *Mm.* grossen Zellen (Taf. VII Fig. 49). Dieselben haben einen fein granulirten Inhalt, theilweise mit, theilweise ohne Kern. Die Fältchen im Oesophagus und ersten Drittel des Magens sind nur aus diesen Zellen, welche in einer fein hyalinen Grundsubstanz eingebetet liegen, aufgebaut. Im hinteren Theil des Magens begegnet man jedoch birn-und flaschenförmigen Drüsen, welche ziemlich dicht auf einander gedrängt stehen, und theilweise aus denselben, theilweise aber aus mehr körnigen, mit Pigmentkörnchen gemischten Zellen aufgebaut sind (Fig. 52). Mit diesen Drüsen sind nicht die im Halbkreis angeordneten kleinen Höckerchen zu verwechselen, welche in der unmittelbaren Nähe der Einmündungsstelle des gewundenen Organes vorkommen. Auf diese werden wir später zurückkommen.

Im Dünndarm ist die Drüsenschicht viel weniger stark entwickelt. Sie bildet gewöhnlich hier eine sehr dünne Lage äusserst zar-

Digitized by Google

ter fein granulirter 0,005—0,006 *Mm.* grosser Zellen (Taf. VII Fig. 50). Im dem ersten Theil des Dickdarmes zeigt die Drüsenschicht sich durch ihre gelbliche Farbe bedeutend vor den übrigen Theilen des Darmes aus. Sie bildet hier ebenfalls eine nur dünne Schicht dicht auf einander gedrängter, 0,010—0,012 *Mm.* grosser, mit einem Kern versehner Zellen (Fig. 51), deren Inhalt fein körnig und stark lichtbrechend ist. In dem übrigen Theil des Dickdarmes bis zum After findet man wieder kleinere, fein granulirte Zellen.

Der Anfangstheil des Darmkanales wird von einem Flimmerepithelium ausgekleidet, welches sich aber nur auf dem Schlund beschränkt.

Kalkkörperchen, wie sie in der Darmwand der Holothurien und Echiniden vorkommen, gehen den Spatangen ab.

Das Divertikel (Taf. VI Fig. 40, 42 d) hat eine länglich-ovale Form und ist nur zu sehen, wenn man das Thier von der Rückenfläche öffnet. Es liegt auf dem Dünndarm, erstreckt sich von der vorderen Schalenwand bis zu der Gegend der Madreporenplatte und läuft also dem vorderen Ambulacralfeld parallel.

Mikroskopisch untersucht besteht dasselbe aus einer äusseren, wimperenden Bindegewebshaut, einer äusserst gering entwickelten Muskelfaserschicht, und einer inneren Bindegewebshaut. Die letztere zeigt sehr zahlreiche Falten und besteht auch hier wieder aus der eigentlichen Bindegewebshaut, der Trägerin der Blutgefässe, welche im Divertikel ausserordentlich reich entwickelt sind, und der Drüsenschicht. Diese ist gelblich gefärbt und besteht aus denselben zelligen Elementen, wie sie im Anfangstheil des Dickdarmes auch vorkommen.

Gewöhnlich besteht der Inhalt des Divertikels, das wahrscheinlich als ein Absonderungsorgan aufgefasst werden muss, nur aus diesen Zellen.

Das Mesenterium (so wohl die feinen Bändchen, welche an der Peripherie der Schale verlaufen, als die grossen Mesenterialplatten) besteht aus ziemlich, festem fibrillärem Bindegewebe mit sparsam darin zerstreuten Zellen und Pigmentkörnchen und ist mit langen grossen Wimperhaaren bekleidet. Einerseits geht es in die die innere Schalenwand bekleidende Haut, andererseits, wie oben gesagt, in die äussere Bindewebsschicht des Darmes über.

Digitized by Google

Wir haben jetzt noch das höchst merkwürdige gewundene Organ zu besprechen, das den meisten Beobachtern entgangen zu sein scheint, da weder von JOH. MÜLLER, noch von DELLE CHIAJE das Organ erwähnt wird. Nur MILNE EDWARDS[1] hat dieses Organ gesehen, obgleich aus dem Namen, welchen er demselben beilegt, hervorgeht, dass er es nur sehr oberflächlich betrachtet haben muss. Er nennt dasselbe: "le vaisseau à parvois epaisses, ayant l'apparence d'un coeur." Er scheint dieses Organ also mit dem Blutgefäss (Bauchgefäss), welches unmittelbar daneben verläuft, in Zusammenhang gebracht zu haben, was aber, wie wir sehen werden, durchaus falsch ist. In der ganzen Litteratur habe ich weiter keine Angaben über dieses Organ auffinden können.

Von den Öffnungen, mit denen dasselbe in den Darm einmündet, befindet sich die eine an der Bauchfläche des Dickdarmes, ungefähr in der Nähe der Ümbiegungsstelle des Dickdarmes (Übergang der zweiten Darmwindung in die dritte). Dann läuft das gewundene Organ an der unteren Fläche der grossen ventralen Mesenterialplatte knapp der Darmwand an, bis es nahezu einen halben Kreis beschrieben hat (Taf. VI. Fig. 41 s.) Darauf weicht es etwas von der Darmwand ab, durchbohrt die grosse ventrale Mesenterialplatte, kreuzt sich, eben vor der Durchbohrungsstelle, mit dem Bauchgefäss, kommt dann auf die obere Fläche der grossen ventralen Mesenterialplatte, läuft über diese hin, begiebt sich weiter auf die obere Wand des Magens, bildet die Grenze zwischen Magen und dünndarm und mündet hier wieder im Darm ein. (Taf. VI. Fig. 42. s. Taf. VII. Fig. 56.).

Die histologische Structur dieses Organes ist nicht überall dieselbe, weicht viel mehr an verschiedenen Stellen bedeutend ab. So lange das gewundene Organ an der grossen ventralen Mesenterialplatte verläuft, ist die Structur desselben folgende. Äusserlich wird sie von einem Flimmerepithelium bekleidet, darauf folgt eine stark entwickelte transversale, eine fast eben starke longitudinale Bindegewebsfaserschicht (Taf. VII, Fig. 53) und dann eine innere Zellenschicht. Die Zellenschicht besteht aus 0,006—0,008 *Mm.* grossen, fein granulirten mit einem Kern versehenen Zellen, welche den im

[1] MILNE EDWARDS. CUVIER, Règne animal Ect. ill. Zoophytes. Pl. 11. bis.

Digitized by Google

Magen und Dünndarm vorkommenden sehr ähnlich sind. Muskelfasern konnte ich nicht auffinden. Das Lumen des Organes ist hier ungefähr 0,8 *Mm.* weit und die Wand 0,12—0,16 *Mm.* dick (Taf. VII, Fig. 54 a).

So bald dasselbe aber die untere Fläche der grossen ventralen Mesenterialplatte verlassen hat, und auf deren oberen Fläche angekommen ist, um nach dem Magen zu gehen, ändert sich seine Beschaffenheit. An der unteren Fläche der grossen ventralen Mesenterialplatte (am Dickdarm) lag es frei und wurde durch nichts gedrückt. Auf der oberen Fläche der ventralen Platte, auf seinem Weg nach dem Magen, wird es aber theilweise durch eine darauf gelegene Darmwindung gedeckt. Wie wir nun später sehen werden, ist der ganze Darm der *Spatangen* gewöhnlich strotzend mit Sand gefüllt. Das Lumen des gewundenen Organes würde also sehr leicht durch den ziemlich schweren Druck des Darmes platt gedrückt werden. Um diesen Nachtheil zu verhüten findet sich eine besondere Einrichtung.

So bald das gewundene Organ auf der oberen Fläche der grossen ventralen Mesenterialplatte kommt, werden die Wände viel dicker und fester. Auf einem Querschnitt hat es eine dreieckige Form (Taf. VII, Fig. 54 b). Die Basis mit welcher es dem Mesenterium und dem Magen aufliegt, ist sehr dünn, die zwei aufsteigenden Seitenflächen dagegen sind sehr dick und verhüten dadurch, dass das Lumen des gewundenen Organes zugedrückt werden kann. Mit der Einmündung in den Magen gehen die Seitenflächen in einander über und setzen sich in derselben Richtung, in welche das Organ am Magen getreten ist, noch eine Strecke weit fort, werden aber zugleich dünner und gehen allmählich in die Wand des Darmes über.

Die dünne Basis, mit welcher es dem Magen aufliegt, besteht aus feinem fibrillärem, die zwei dicken Seitenflächen dagegen aus gallertartigem Bindegewebe, in dessen formloser Grundsubstanz, weiche mit Kernen versehenen zellige Gebilde, von welchen glatte verzweigte und anastomosirende Balken nach verschiedenen Richtungen hin ausgehen, zerstreut liegen (Taf. VII, Fig. 55). Zwischen den ausgewachsenen Zellen habe ich jedoch keine amoeboide Zellen beobachten können. Innerlich wird auch dieser Theil des gewun-

Digitized by Google

denen Organes von einem Epithelium bekleidet, das volkommen mit dem der anderen Partie übereinstimmt. Die Seitenflächen sind gewöhnlich mehr als ein *Mm.* dick.

Welche Bedeutung das höchst merkwürdige Organ hat, ist mir durchaus unbekannt. Ein Organ, das mit zwei Öffnungen in den Darm einmündet und theilweise um den Darm herum läuft, und also einen zweiten Weg bildet, hat, so weit mir bekannt ist, im ganzen Thierreich kein Homologon.

Wir haben oben schon bemerkt, dass in der unmittelbaren Nähe der Einmündungsstelle dieses eigenthümlichen Organes, kleine hervorragende Höckerchen vorkommen, welche ungefähr in einem halben Kreis angeordnet sind; wir haben weiter mitgetheilt, dass die Seitenflächen des gewundenen Organes in einander übergehen, und sich in derselbe Richtung, in welche das Organ in den Darm (auf der Grenze zwischen Magen und Dünndarm) einmündet, noch eine Strecke weit an der Darmwand fortsetzt. Die kleinen hervorragenden Höckerchen stehen nun auf diesem Fortsatz und stimmen im Bau durchaus mit dem der Seitenflächen des gewundenen Organes überein. Sie bestehen ebenfalls aus Gallertgewebe und tragen an den frei hervorragenden Flächen eine Epithelialschicht, welche aus denselben Zellen, wie die des gewundenen Organes, bestehen.

Wie bei den *Echinen* wird auch der Afterdarm der *Spatangen* durch feine, im einem Kreis angeordneten Bändchen an der Schalenwand befestigt.

DIE GENERATIONS-ORGANE.

Die äusseren Genitalmündungen an den fünf interambulacralen Genitaltäfelchen im Scheitelschilde haben wir bei den *Echiniden* bereits hervorgehoben. Jede derselben führt einwärts zu einer Generationsdrüse. Männliche und weibliche Organe sind äusserlich einander sehr ähnlich, in der Farbe jedoch mehr oder weniger verschieden, da die Ovarien gewöhnlich gelblich — von der Farbe des Dotters abhängig —, die Hoden dagegen mehr weisslich — von der milchweisslichen Farbe der männlichen Flüssigkeit herrührend

Digitized by Google

gefärbt sind. TIEDEMAN [1] scheint nur die Ovarien gekannt zu haben und durch die Ähnlichkeit beiderlei Organe getäuscht zu sein, denn er sagt: "Organe welche den männlichen Zeugungsorganen ähnlich sind, habe ich niemals gefunden;" dagegen hat VALENTIN [2] Ovarien und Hoden von einander unterschieden. Von den fünf Ovarien ist das fünfte hintere kleiner und auch mehr von den anderen getrennt. So wohl ihr makroscopischer Bau wie ihre Lage in der Leibeshöhle sind hinreichend bekannt. Die reifen Eier der *Echinen* (*Sphaerechinus*, *Toxopneustes*, *Psammechinus*) haben eine rundlich-ovale Form, sind 0.10 *Mm.*—0.12 *Mm.* lang und 0.092 *Mm.*— 0.098 *Mm.* breit. Sie bestehen aus einer Dotterhaut, einem gelblich gefärbten Dotter, einem Keimbläschen, und Keimfleck. Der Dotter ist fein granulirt. Das Keimbläschen welches eine Grösse von 0.021 *Mm.*—0.024 *Mm.* hat, liegt excentrisch, ist sehr deutlich doppelt contourirt und zeigt einen fein körnigen Inhalt. In der Umgebung desselben ist der Dotter am meisten granulirt. Der Keimfleck, 0.006 *Mm.*—0.008 *Mm.* gross, zeigt zahlreiche kleine Körnchen. Ausserdem sind die Eier noch von einer dicken Schicht Eiweiss umgeben, wie LEYDIG [3] auch an den Eiern von *Echinus esculentus* nachgewiesen hat. VALENTIN hat diese Umhüllungsschicht nicht gesehen, dagegen hat FORBES schon auf dieselbe aufmerksam gemacht. Durch diese Umhüllungsschicht werden die Eier zusammen verkittet. Es ist eine durchaus homogene 0,009—0,013 *Mm.* dicke Haut. Auch GEGENBAUR [4] gibt an, dass die Eier der Seeigel ausser von einer zarten Dotterhaut noch von einer dicken durchsichtigen Hülle umgeben sind. Eine Mikropyle, wie sie an den Eiern der *Holothurien* vorkommen, habe ich an den Eiern der Seeigel nicht beobachten können. Zuweilen bemerkt man in dem Keimfleck noch ein kleines, rundes Körperchen von 0,002—0,0024 *Mm.* Grösse, einen Nucleololus, wie auch schon VALENTIN [5] angegeben hat. Zugleich mit den reifen Eiern, trifft man zahllose unreife Eier in den verschiedensten Entwickelungszuständen, von 0,010—0,012 *Mm.* bis zu der der vollkom-

[1] TIEDEMAN. L. c. S. 84.
[2] VALENTIN. L. c. S. 85.
[3] LEYDIG. L. c. S. 312.
[4] GEGENBAUR. L. c. S. 345.
[5] VALENTIN. L. c. S. 106.

Digitized by Google

menen Grösse an. Sie scheinen sich von der inneren Fläche der Eisäckchen zu entwickeln und bekleiden die ganze innere Fläche der Eisäckchen wie eine Art Epithelium. Die kleinsten Eier gleichen vollkommen Epithelzellen (Taf. VII Fig. 58 a). Es sind, wie schon angegeben, 0,010—0,012 *Mm.* grosse Bläschen, an welchen man ein kleines Häufchen Protoplasma (den künftigen Dotter) und einen Kern (das Keimbläschen) unterscheiden kann. In weiteren Entwickelungsstadien bemerkt man etwas grössere Bläschen mit einer dickeren Protoplasmaschicht (Fig. 58 b), die an den weiter entwickelten Eier immer dicker wird (Fig. 58 c, d). Endlich trifft man Eier an, welche vollkommen wie die reifen Eier gebaut sind, und sich nur durch ihre geringere Grösse von den reifen unterscheiden (58 c). Die Umhüllungsschicht (Eiweisshaut), durch welche die Eier zusammen verkittet werden, scheint zu letzt, auf eine mir umbekannt gebliebe Weise, gebildet zu werden. Die reifen Eier verlassen den Ausführungsgang der Geslechtsdrüse und treten durch die Genitalmündungen im Scheitelschilde in das Seewasser. VALENTIN[1] beschreibt die histologische Structur der Eisäckchen folgendermaassen: "Les parois existent d'un epithelium vibratile interne, d'une couche fibreuse mediane, et d'une membrane externe, qui parait être identique. Ces trois membranes reproduissent aussi dans l'oviduct." Meine Untersuchungen weichen aber bedeutend von denen VALENTIN's ab. Die Blindsäckchen, welche die Ovarien zusammensetzen, bestehen aus drei Schichten, welche von aussen nach innen folgenderweise auf einander folgen: 1. eine äusserst zarte, homogene Haut 2. eine aus transversalen Muskelfasern bestehende Schicht. 3. wieder eine äusserst zarte homogene Haut. In den homogenen Häuten kommen zerstreut einige kleine Pigmentkörnchen und höchst sparsam einige sehr feine Bindegewebsfäserchen vor. Die Muskelfasern haben eine länglich-ovale Form und einen excentrischen Kern. Ihr Inhalt ist ganz homogen (Hartnack ⅘). Der Kern ist 0,0045—0,0055 *Mm.* lang und 0,0015—0,0020 *Mm.* breit und zeigt in seinem Innern einige sparsam zerstreute, kleine Körnchen. Die Breite der Muskelfasern ist 0,0078—0,0085 *Mm.* Nachdem die Muskelfasern einige Tage in Aufl. von Bi. chrom. Pot. von 0,5 % gelegen haben, lassen sie sich leicht

[1] VALENTIN. L. c. S. 106.

Digitized by Google

isoliren, und ist der Kern deutlicher als im frischen Zustand zu sehen. Von einem Flimmerepithelium, welches innerlich die Blindsäckchen bekleiden sollte, habe ich niemals etwas gesehen. Die von beiden Seiten gegen die Mitte hin verlaufenden Zweige und Äste, in welche die zahllosen traubigen Anhänge ausmünden, bestehen ebenfalls aus drei Schichten, einer zarten, bindegewebigen Innenmembran, einer aus transversalen Muskelfasern zusammengesetzten Zwischenschicht, und einer bindegewebigen äusseren Haut. Die musculöse Haut bildet in den kleineren Ästen und Zweigen eine verhältnismässig dicke Schicht, während dieselbe in dem gemeinschaftlichen Ausführungsgang mehr zurück tritt und so wohl die innere, wie die äussere Bindegewebshaut viel kräftiger entwickelt sind. Nur in dem gemeinschaftlichen Ausführungsgang habe ich innerlich ein Flimmerepithelium beobachten können. Die ganze äussere Fläche des Eierstocks ist von einem Wimperepithelium bekleidet.

Die Hoden sind ganz ähnlich wie die Ovarien gebildet. Auch bei ihnen ist der fünfte hintere kleiner und mehr von den anderen geschieden. Die Blindsäckchen der Hoden stimmen im Bau fast vollkommen mit denen der Ovarien überein, und weichen nur darin von diesen ab, dass die Muskelhaut noch zarter ist als die der Ovarien. Die Zweige und Äste, in welche die Blindsäckchen ausmünden, so wie der gemeinschaftliche Ausführungsgang, stimmen vollkommen mit denen der Ovarien überein. In den Hoden findet man eine weissliche, an Spermatozoiden überaus reiche Flüssigkeit. Die Samenkörperchen (Taf. VII, Fig. 59) bestehen aus einem sehr kleinen rundlichen körper mit einem feinen haarförmigen Schwanz, wie schon durch Kölliker [1], Valentin [2], Peters [3] und la Valette St. George [4] nachgewiesen ist. Dieselben sind 0,016—0,023 *Mm.* lang und zeigen eine äusserst lebhafte Bewegung, welche selbst mehr als 24 Stunden fortdauert. Auf welche Weise die Samenkörperchen die Hoden verlassen, habe ich nicht feststellen können. Nur ein sehr kleiner Theil scheint durch den gemeinschaftlichen Ausführungsgang und durch die Genitalmündungen im Schei-

[1] Kölliker. Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverh. etc. wirbell. Thiere 1841.
[2] Valentin. L. c. S. 106.
[3] Peters. Muller's Archiv. 1840. S. 143.
[4] Valette St. George. Stricker's Handb. S. 529.

Digitized by Google

telschilde die Hoden zu verlassen, der grösste Theil dagegen kommt auf eine bis jetzt mir unbekannt gebliebene Weise in die innere Leibeshöhle. Wenn man einen männlichen *Echinus* zur Zeit der Geschlechtsreife öffnet, so findet man das in dem Leibesinnern vorhandene Seewasser durch die darin vorkommenden Samenkörperchen milchweisslich getrübt. Bei allen von mir untersuchten männlichen Echinen habe ich dieses gefunden, ohne dass die Hoden verletzt oder angestochen waren, und nur in der Art kann ich mir das Vorkommen von der zahllosen Samenkörperchen in Leibesinnern erklären, dass die Blindsäckchen der Hoden, wenn sie mit Samenflüssigkeit angefüllt sind, platzen und ihren Inhalt in die Leibeshöhle ausgiessen. Um fest überzeugt zu sein, dass die Spermatozoiden nicht durch Verletzung des Hodens in die Körperhöhle gekommen waren, öffnete ich die Thiere von der Mundfläche aus. Hier war es also unmöglich dass ich einen Hoden anstechen könnte. Die Spermatozoiden kamen zuweilen in solch einer überaus grosser Zahl vor, dass sie die Untersuchung der anderen Organe sehr erschwerten. Bei *Spatangus purpureus* und *Echinocardium cordatum* kommen 4 äussere Genitalmündungen im Scheitelschilde vor (Taf. III. Fig. 3.) Bei allen von mir untersuchten *Spatangen* beträgt auch die Zahl der Geschlechtsdrüsen immer vier. Wie bei de *Echiniden* die fünfte hintere kleiner entwickelt ist, so ist bei den *Spatangen* die erste vordere Geschlechtsdrüse viel weniger stark entwickelt wie die drei anderen (Taf. III. Fig. 4.) Männliche und weibliche Organe sind auch hier äusserlich im Bau einander sehr ähnlich, der Farbe nach jedoch in gleicherweise wie bei den *Echiniden* verschieden. Sehr oft wird jedoch die weissliche Farbe der männlichen Organe durch Ablagerung zahlreicher, dunkelbrauner Pigmentkörner in den Wänden der die Hoden zusammensetzen Blindsäckchen verdeckt. Die Ovarien sind zusammengesetzte drüssige Organe, aus zahllosen traubenförmigen Blindsäckchen bestehend, welche gegen die Mitte hin in Zweige, Äste und endlich in einen gemeinschaftlichen Stamm als Ausführungsgang zusammenmünden, der nach dem Genitalporus hin verläuft (Taf. VII. Fig. 60.) Die Geslechtsdrüsen hängen frei in die Leibeshöhle hinein, und werden nur durch aus fibrillären Bindegewebsbündeln bestehende, feine Bändchen an sehr kleinen Höckerchen der interambulacralen Fel-

Digitized by Google

der befestigt. Die Eier (Taf. VII. Fig. 57.) haben eine rundlich-ovale Form, wie bei den *Echinen*, sind jedoch grösser. Sie bestehen aus einer Dotterhaut, gelblich gefärbtem Dotter, Keimbläschen, Keimfleck und einer das ganze Ei umgebene Umhüllungsschichte. Der Dotter ist fein granulirt. Das Keimbläschen von 0,042—0,048 *Mm.* liegt excentrisch und ist sehr deutlich doppelt conturirt. Der Keimfleck, welcher 0,009—0,010 *Mm.* gross ist, ist ebenfalls doppelt conturirt und zeigt fast immer einen Nucleololus, der bei einer Grösse von 0,003—0,0045 *Mm.* zahlreiche, kleine Körnchen in Innern enthält. Die Grösse der Eier wechselt zwischen 0,18—0,24 *Mm.* ab. Durch die Umhüllungsschichte werden wie bei den *Echinen* die Eier zusammen verkittet. Die Blindsäckchen, welche die Ovarien zusammensetzen, bestehen auch hier aus drei Schichten: 1. eine äusserst zarte bindegewebige Aussenschicht 2. eine, aus transversalen Muskelfasern bestehende mittleren Lage, 3. eine, aus sehr feinen Bindegewebsfibrillen zusammengesetze innere Haut. In den Bindegewebshäuten kommen einige sparsam zerstreute, kleine Pigmentkörnchen vor. Die Muskelfasern sind fast ganz ähnlich wie bei den *Echiniden* gebaut; sie weichen nur darin von diesen ab, dass die Fasern etwas breiter und etwas stärker entwickelt sind (Taf. VII, Fig. 61.).

In den kleineren Ästen und Zweigen, besonders aber in dem gemeinschaftlichen Ausführungsgang, sind die Bindegewebshäute im Verhältniss zu der Muskelfaserhaut stärker entwickelt, und in dem Ausführungsgang tritt die Muskelfaserhaut fast ganz zurück. Wie bei den *Echiniden* habe ich auch nur in dem Ausführungsgang ein inneres Flimmerepithelium beobachtet. Der gemeinschaftliche Ausführungsgang ist bei den *Spatangen* ziemlich lang (14—18 *Mm.*) und wird durch straffes Bindegewebe an der inneren Fläche der Schale befestigt. Jeder der vier Gänge tritt in der Nähe des Scheitelschildes durch einen Brückenbogen, welcher von dem Steinkanal abgegeben wird und zum Stütz des Ausführungsganges dient, wie schon bei der Beschreibung des Steinkanals erwähnt wurde (Taf. III, Fig. 4, Taf. VIII, Fig. 69.).

Die reifen Eier verlassen durch den Ausführungsgang die Geslechtsdrüse und treten durch den Genitalporus nach aussen. Über die Entwickelung der Eier habe ich bei den *Spatangen* keine Beobachtungen gemacht.

Digitized by Google

Die den Hoden zusammensetzenden Blindsäckchen weichen nur darin von denen der Ovarien ab, dass die Muskelfaserhaut in den Hoden viel weniger stark entwickelt ist und dass in den zarten Bindegewebshäuten mehr Pigmentkörner abgesetzt sind. Die kleineren Äste und Zweige, so wie der gemeinschaftliche Ausführungsgang stimmen vollkommen mit denen der Ovarien überein. Bei den von mir im Anfang des Monates April untersuchten *Spatangen* aus der Nordsee, waren die Hoden noch nicht im geslechtsreifen Zustand. Die innere Bindegewebshaut der den Hoden zusammensetzenden Blindsäckchen ist mit sehr zarten, runden oder mehr oder weniger polygonalen Zellen bekleidet, welche 0,006– 0,008 *Mm.* gross sind. Ihr Inhalt ist fast ganz homogen, nur hier und dort bemerkt man einige unmessbar kleine Körnchen in ihrem Innern (Hartnack $^{8}/_{9}$) (Taf. VII. Fig. 63). Mit denselben Formelementen sind nicht allein die Blindsäckchen innerlich bekleidet, sondern dieselben kommen auch in überaus reicher Zahl frei in den Blindsäckchen vor. Es sind wahrscheinlich die Zellen, aus welchen sich später die Samenkörperchen entwickln sollen.

Wie bei den *Echinen*, sind die Geschlechtsdrüsen überall mit einem Wimperepithelium überzogen. Vergleichen wir den histologischen Bau der Generationsdrüsen der *Echinoiden* mit denen der *Holothurien*, so finden wir auch hier sehr übereinstimmende Anordnungen. Semper[1] beschreibt den Eischläuchen folgendermaassen: "Zu äusserst findet sich wie immer ein wimperndes, kleinzelliges Epithel, das mit dem des Mesenteriums in Verbindung steht. Gleich darauf folgt eine einfache Ringmuskelfaserlage, dann eine sehr verschieden mächtige Bindegewebsschicht, und endlich das innere Epithel." Was die Bildung der Eier betrifft, stimmen auch hier meine Untersuchungen mit demen von Semper im allgemeinen überein.

Nach Semper bilden sich die Eikeime wie die Bildungszellen der Spermatozoiden aus dem inneren Epithel der Follikel. Die Entwickelungsgeschichte der Zoospermien hat Semper nicht verfolgt. Die Entwickelung und die Structur der Eier der *Holothurien* weicht aber bedeutend von den der *Echinoiden* ab. Denn erstens fehlt den Eiern der *Echinoiden* die dünne kernhaltige Eihaut oder Eikapsel,

[1] Semper L. c. S. 145.

Digitized by Google

und die darunter liegende Eiweisschicht ist nicht radiär gestreift, sondern bei diesen Thieren ganz homogen. Weiter habe ich bei den *Echinoiden* den Mikropylcanal nicht auffinden können, welcher bei den *Holothurien* so prächtig ausgebildet ist, und endlich habe ich das Keimbläschen immer doppelt conturirt gefunden, während bei SEMPER, sowohl in der Beschreibung, als den Abbildungen nach, das Keimbläschen des *Holothurien* nur einfach conturirt ist.

DAS NERVENSYSTEM.

Das Nervensystem besteht bei den *Echiniden* aus dem schwachen Nervenschlundring und den fünf Ambulacralnerven. TIEDEMANN [1] hat schon einige theilweise richtige Andeutungen über das Nervensystem gegeben. KROHN [2] gebührt aber der grosse Verdienst die ersten genaueren Untersuchungen über das Nervensystem geliefert zu haben. JOH. MÜLLER [3] und VALENTIN [4] haben später die Angaben KROHN's bestätigt. Der Centraltheil des Nervensystemes, der Nervenschlundring, liegt bei den *Echiniden* über den Boden der Mundhöhle zwischen den Aussackungen derselben und den Pyramidenspitzen. Er hat eine pentagonale Form und wird, wie auch schon KROHN angegeben hat, durch zehn sehr zarte Querbändchen in seiner Lage erhalten. Im frischen Zustande ist der Nervenschlundring gewöhnlich gefärbt, violet bei *Toxopneustes lividus*, roth bei *Sphaerechinus esculentus*, *saxatilis*, *brevispinosus* etc. Von dem Nervenpentagon treten fünf Stämme ab, die fünf Ambulacralnerven. Jeder dieser Nervenstämme tritt in den Zwischenraum zweier Pyramiden und erstreckt sich nun, lose an die untere Schalenöffnung überziehende Membran angeheftet, gegen den in seiner Richtung gelegenen Brückenbogen. Durch den Brückenbogen hindurchgetreten und theilweise auch schon vor dem Durchgang wird

---

[1] TIEDEMANN. L. c. S. 76.

[2] KROHN. Über die Anordnung des Nervensystemes der Echiniden,. ect. Archiv. f. Anat. und Phys. Jahrg. 1841. S. 1.

[3] JOH. MÜLLER. Über den Bau der Echinod. Dessen Archiv. 1853. S. 1. Abhl. der Berl. Akad. 1853. S 138.

[4] VALENTIN. L. c. S. 94

Digitized by Google

der Nervenstamm vollkommen von dem Wassergefässkanal überdeckt. In seinem Verlauf von dem Brückenbogen bis zum Anus wird der Nervenstamm gewöhnlich etwas breiter und übertrifft weit in Stärke den Nervenschlundring, wesswegen JOH. MÜLLER die Ambulacralnerven als Ambulacralgehirne aufgefasst hat. Durch eine Medianfurche wird jeder Ambulacralnerv gewöhnlich in zwei Seitenhälften getheilt. In seinem Verlaufe von dem Brückenbogen bis zum Anus gibt der Ambulacralnerv in regelmässigen Abständen feine Querästchen ab (Taf. VIII. Fig. 64.), welche unter den Ambulacralbläschen verlaufen, durch die Ambulacralporen auf die äussere Oberfläche kommen und höchst wahrscheinlich auch an die Saugfüsschen, Pedizellarien und an die Muskeln der Stacheln kleine Zweige abgeben. Der Ambulacralnerv setzt sich nach oben bis zum Augenpunkte des Ozellartäfelchens fort. Von dem histologischen Bau des Nervensystemes der Echinodermen ist im Allgemeinen noch wenig bekannt. BAUR[1] gibt in seinen Beiträgen zur Naturgeschichte der *Synapta digitata* an, dass der Ring, das Centrum des Systemes, in nichts von den 5 radialen Stämmen abweicht. An jedem Theile unterscheidet man nach BAUR "eine membranöse structurlose oft quergerunzelte Hülle und eine körnige Füllung."

In der Achse verläuft ein ununterbrochener Kanal der in den ringförmigen Commissur und in dem Anfangstheil der Radialäste sehr deutlich ist und ein rundliches Lumen hat, mit der Verflachung der Röhre undeutlicher, und endlich spaltförmig wird. Die gesammte den körnigen Kanal begrenzende Nervensubstanz besteht überall aus denselben Formelementen. Es sind lauter gleich grosse, runde, sehr dicht und oft wie im einer Reihe stehende Körperchen. Sie gleichen ganz Zellenkernen oder kleinen ihren Kern ganz dicht umschliessenden Zellen. Zwischensubstanz ist gar nicht oder nur sehr sparsam vorhanden. Eine peripherische Verästelung der radialen einfach röhrenförmigen Nervenstämme der Leibeswand findet nicht statt. Es findet sich auch nirgends ein Analogon der eigentlichen Nervenfaser.

HÄCKEL[2], der das Nervensystem der Seesterne untersucht hat, giebt

---

[1] A. BAUR. Novorum actorum academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Tom. XXXI. S. 37.

[2] HÄCKEL. Zeitschrift f. Wissensch. Zool. Bd. X. 1860, S. 188.

Digitized by Google

an, dass es ihm trotz aller Vorsicht und trotz der Anwendung verschiedener Erhärtungsmethoden, nur gelungen ist, die Existenz der Ganglienzellen und der Primitivröhren so wohl in dem centralen Nervenring als in den Radialstämmen nachzuweisen, während er über die Vertheilung und Verbindung der beiderlei Elemente nicht klar werden könnte. Der Durchmesser der Ganglienzellen beträgt nach HÄCKEL bei *Astracantion glacialis* 0,01—0,02 *Mm.*, bei *Astropecten aurantiacus* 0,004—0,012 *Mm.* Es sind äusserst zarte und blasse, helle Kugeln. Eine Membran lässt sich an denselben nicht wahrnehmen. Der Inhalt ist wasserklar, nicht körnig und zeigt fast immer in excentrischer Lage einen ebenso blassen und homogenen Kern von ungefähr 0,002—0,005 *Mm.* Durchmesser. Fortsätze der Nervenzellen und Verbindungen mit den Primitivröhrchen waren nicht zu erkennen. Die Primitivröhrchen selbst sind 0,0015—0,006 *Mm.*, die meisten 0,004 *Mm.* breit. Sie sind ebenso blass, zart, homogen und ohne sichtbare Differenz zwischen Hülle und Inhalt. Bei *Astropecten* liegen zwischen den Primitivröhrchen sowie auch unter dem ziemlich festen quergerunzelten homogenen Neurillemm, Längsreihen stellenweise auch klumpige Anhäufungen von 0,003—0,005 *Mm.* grossen Pigmentzellen. Beiderlei nervöse Elementartheile kommen in der ganzen Ansdehnung der Radialstränge und des Nervenringes vor; doch so, dass die Zellen in der Peripherie, die Röhren in der Achse der Nervenstränge zu überwiegen scheinen.

SEMPER [1] hat nur bei in Spiritus conservirten Holothurien das Nervensystem einer genaueren histologischen Prüfung unterworfen. Ich habe in Nizza das Nervensystem der *Echiniden*, theils im frischen Zustande, theils nach Maceration in Auflösungen von Bi-chrom. Pot. und Acid. chrom. untersucht. Im allgemeinen stimmen meine Untersuchungen mehr mit denen HÄCKEL's überein.

Von einem in der Achse des Nervensystemes verlaufenden, ununterbrochenen Kanale wie BAUR beschreibt, habe ich niemals etwas gesehen; dagegen habe ich sowohl in dem Nervenschlundring wie in den 5 Ambulacralnerven, wie HÄCKEL, Ganglienzellen und Nervenfasern unterscheiden können. Die Ganglienzellen in dem Nervenschlundring sind 0,012—0,016 *Mm.* gross. Sie sind sehr zahl-

[1] SEMPER. L. c. S. 146.

Digitized by Google

reich, liegen fast neben einander und bilden gewöhnlich den peripherischen Theil des Nerves, während der centrale Theil mehr aus Nervenfasern besteht. Im frischen Zustande sind die Ganglienzellen fast ganz homogen. Von einer s. g. Zellwand ist kaum etwas zu bemerken. Sie haben gewöhnlich einen Kern der 0,003—0,004 *Mm.* gross ist mit sehr blassen Contouren und einem äusserst feinkörnigem Inhalt (Taf. VIII, Fig. 65).

Nervenfortsätze habe ich niemals an den Ganglienzellen beobachten können. Nach Maceration in Auflösungen von Bi-chrom. Pot. von 0,5%—1%, zeigte sich das Protoplasma der Ganglienzellen mehr körnig und hat der Kern auch schärfere Contouren bekommen. Es is mir aber nie gelungen gut isolirte Ganglienzellen zu sehen. Die Ganglienzellen aus den Ambulacralnervenstämmen sind gewöhnlich nicht so gross wie die aus dem Nervenschlundring. Sie hatten gewöhnlich eine ovale, zuweilen runde Gestalt. Ihre Grösse wechselte ab zwischen 0,008—0,010 *Mm.* Sie zeigten im frischen Zustande ebenfalls einen ganz homogenen Inhalt und einen deutlichen jedoch sehr kleinen Kern. Nach Maceration in Aufl. von Bi-chrom, Pot. zeigte sich auch ihr Inhalt feinkörnig, und es ist mir höchst selten gelungen eine Ganglienzelle gut zu isoliren. Die Isolation war aber sehr mangelhaft; Fortsätze an den Ganglienzellen habe ich niemals trotz der vorsichtichsten Behandlung, beobachten können. Die Zahl der Ganglienzellen in den Ambulacralstämmen ist wie in dem Nervenschlundring sehr gross, und sie kommen auch hier in den peripherischen Theilen am meisten vor. Die Nervenfasern in den Ambulacralstämmen sind fast unmessbar fein. Über ihren histologischen Bau kann ich nichts näheres angeben. So wohl zwischen den Nervenfasern als zwischen den Ganglienzellen kommt äusserst fein körniges Pigment vor. Von den peripherischen Nerven kann ich ebenfalls nichts bestimmtes angeben, wohl habe ich einige Male kleine weissliche Fädchen von dem Schlundnervenring nach dem Oesophagus treten sehen, wie VALENTIN[1] dies auch schon angegeben hat, habe sie aber nicht weiter verfolgen können. Auch die von den Ambulacralnerven abgehenden Querstämmchen habe ich nur bis zu ihrem Durchtritt durch die Ambulacralporen verfolgen können. Wie sie sich

[1] VALENTIN. L. c. S. 97.

Digitized by Google

weiter verhalten, weiss ich nicht. Dass sie sich an den Saugfüsschen, Pedizellarien und den Muskeln der Stacheln verbreiten, ist mehr als wahrscheinlich. Schon die sehr grosse Empfindlichkeit der Saugfüsschen, auch bei der leisesten Berührung, spricht dafür, dass sie reich an Nervenfasern sein müssen. Ich habe wiederholt die Ambulacralbläschen, Saugfüsschen, Pedizellarien und die Stachelmuskeln mit Goldchloridlösungen in den angegebenen Verdünnungsgraden behandelt, ohne dass ich mit einiger Sicherkeit Nervenfasern hätte nachweisen können. Osmiumsäure stand mir in Nizza nicht zu Gebote. Auch nach Maceration der Saugfüsschen und Stachelmuskeln in Auflösungen von verschiedener Stärke ist es mir nicht gelungen, die Nervenfasern auf zu finden. Die feinen varicösen Fädchen an den Muskelfasern nach Behandlung in schwachen Lösungen von Bichrom. Pot., sind schon an anderen Stellen erwähnt worden.

Wir sehen also, dass der Bau des Nervensystemes der *Asteriden*, wie ihn HÄCKEL beschrieben hat, sehr nahe mit dem der *Echiniden* übereinstimmt. Bei beiden Thiergruppen finden wir so wohl Ganglienzellen als Nervenfasern, doch so, dass die Zellen in der Peripherie, die Röhren in der Achse der Nervenstränge überwiegen. Auch BAUR fand bei den *Holothurien* in der von ihm sogenannten körnigen Füllung, welche den peripherischen Theil der Nervenstämme bildet, dicht gedrängte Zellen, welchen höchst wahrscheinlich die Bedeutung von Ganglienzellen zukommen wird.

Über das Nervensystem van *Spatangus purpureus* besteht meines Wissens nur eine Arbeit, und diese verdanken wir KROHN[1]. Er theilt folgendes darüber mit. "Die innere Fläche der die Schalenöffnung überziehenden Membran ist mit einer fibrösen Haut bekleidet, welche den Gefäss- und Nervenring von einander scheidet, indem jener ihr von ihnen, dieser von aussen anliegt. Beide umkreisen den Mund. Der Gefässring folgt den Contouren der Schalenöffnung, der Nervenring dagegen bildet ein ungleichschenkeliges Pentagon, so dass beide obgleich über einander liegend sich nur stellenweise decken. Nie ist der Nervenring gefärbt und seine Schenkel immer weniger stark als die 5 Nervenstämme die er entlässt."

Meine Untersuchungen stimmen nicht vollkommen mit denen von

[1] KROHN. Müllers Archiv. 1841. S. 1.

Digitized by Google

KROHN überein. Der Nervenring bildet, wie KROHN richtig bemerkt, ein ungleichschenkeliges Pentagon, (Taf. VIII. Fig. 68. VI. 44 a 44 b) und liegt gerade an der Übergangsstelle der Oberlippe in die angrenzenden Schalentheile. Von den fünf Winkeln dieses Pentagons entspringen die fünf Ambulacralnervenstämme, welche in Stärke das Nervenpantagon nicht übertreffen. Innerhalb dieses Pentagons, unmittelbar demselben anliegend, findet sich der ebenfalls fünfeckige Wassergefässring. Die von den fünf Winkeln desselben entspringenden ambulacralen Kanäle treten über das Nervenpentagon und laufen bis zum Scheitelschilde über die Nervenstämme, so dass auch hier, wie bei den *Echiniden*, die Nervenstämme durch die Wassergefässkanäle gedeckt werden, nur mit der Modification dass die Wassergefässkanäle bei den *Spatangen* viel weniger stark als bei den *Echiniden* entwickelt sind und also hier die Nervenstämme nur theilweise decken. Die Deckhaut der Oberlippe (S. 26) bildet aber nicht die Scheidewand zwischen dem Nerven- und Wassergefässpentagon, sondern geht, über dem Nervenpentagon hinweg, in die die innere Schalenwand auskleidende Membran über. Der nach hinten gekehrte Schenkel des Nervenpentagons geht nicht vor, sondern hinter dem Schlunde herum, so dass also auch bei den *Spatangen* wie bei den *Echinen* ringsum den Schlund ein Nervenring vorkommt. So wohl der Nervenschlundring als die ambulacralen Nervenstämme unterscheiden sich zugleich durch ihre blaue oder röthliche Farbe.

Was den histologischen Bau der Nerven angeht, so stimmem *Spatangen* mit *Echinen* vollkommen überein. Die Ganglienzellen bilden 0,008—0,0012 *Mm.* grosse, helle Kugeln mit einem blassen Kern. In den peripherischen Theilen des Nerven kommen sie in ungeheuer grosser Zahl vor, während der centrale Theil mehr aus Fasern zu bestehen scheint. Nach Maceration in Auflösungen von Bi-chrom. Pot. von 0,1%—0,5% bekommen die Zellen schärfere Contouren, und wird der Inhalt feinkörnig; die Isolation war aber sehr mühsam und unvollkommen. Die Nervenfasern sind unmessbar fein, blass, homogen und ohne sichtbare Scheidung in Hülle und Inhalt; einen Zusammenhang der Fasern mit den Zellen habe ich nicht beobachten können. So wohl der Nervenring als die Nervenstämme stimmen im Bau mit einander vollkommen überein. Die letztern geben

Digitized by Google

:n regelmässigen Abständen Querästchen ab, welche denen der ambulacralen Wassergefässkanäle folgen, durch die Ambulacralporen nach aussen treten und höchst wahrscheinlich an die Stachelmuskeln, Ambulacralfüsschen und Pedizellarien feine Fäserchen abgeben. So wohl zwischen den Nervenfasern als zwischen den Ganglienzellen liegen Längsreihen oder klumpige Anhäufungen von Pigmentzellen und Pigmentkörnern.

Was die feineren Verzweigungen der Nerven angeht, so kann ich leider bei den *Spatangen* hierüber auch nichts besonderes angeben.

Frische Theile des Nervensystemes mit Goldchloridlösung behandelt haben mir keine Resultate gegeben. Wohl werden nach zwölfstündlicher Behandlung von einer 0,01% Goldchloridlösung die Nervenstämme und der Nervenring etwas dunkeler gefärbt, jedoch stellt die natürliche Farbe des Nervensystemes bei den *Spatangen* der Farbenveränderung nach Goldreduction grosse Schwierigkeiten entgegen. Weder an den Ambulacralbläschen noch an den Saugfüsschen, noch an den Stachelmuskeln habe ich nach dieser Behandlung Spuren von Nerven auffinden können. Mit Osmiumsäure bin ich nicht besser ausgekommen. Wenn man ganz frische Theile 24 Stunden in einer 0,01% Lösung behandelt und dann in gewöhnliches Wasser thut, werden die Nervenstämme und der Nervenring nach einigen Tage dunkelschwarz gefärbt.

Aber von der peripherischen Nervenausbreitung habe ich auch nach dieser Behandlung nichts weiteres erfahren können.

Von Sinnesorganen habe ich weder bei den *Spatangen* noch bei den *Echinen* etwas auffinden können. Auch die von HÄCKEL, bei den *Asteriden* als Augen beschriebenen Organe, fehlen so wohl den *Echinen* als den *Spatangen*.

DAS BLUTGEFÄSSSYSTEM.

Die ersten genaueren Angaben über das Blutgefässsystem der *Echinen*, verdanken wir TIEDEMANN [1]. Wohl hat schon früher DELLE

[1] TIEDEMANN. L. c. S. 80.

Digitized by Google

Chiaje [1] einige Mittheilungen über die Blutgefässbahnen der *Echiniden* gemacht, doch diese sind fehlerhaft und unvollständig. Nach Tiedemann kommt bei den *Echiniden*, am Scheitel unter den Genitalöffnungen ein das Mastdarmende umgebender Gefässring vor, aus welchem dicht neben der Madreporenplatte ein kurzes Gefäss seinen Ursprung nimmt. Dasselbe steigt gegen die Laterne herab und mündet in einen braunen, länglich — eiförmigen gegen 2 Linien langen Kanal, (das Herz) ein, dessen Wände aus bräunlichen, spiralig untereinander verwebten Muskelfasern besteht. Aus diesem herzförmigen Kanal, den wir einfach "das Herz" nennen wollen, entspringt am unteren Ende ein Gefäss, welches theils unmittelbar, theils nachdem es einen Gefässring um den Anfang der Speiseröhre gebildet hat, längs dem inneren Rande des ganzen Darmtractus verläuft, als ein enges Gefäss anfängt, darauf sich erweitert und zuletzt wieder sich verengt.

Es ist die Darmarterie. Ihr gegenüber verläuft am äusseren Rande des Darmes, ein ebenfalls in der Mitte allmälig erweitertes Gefäss, das in seinem Verlaufe eine Menge feiner, aus den Darmwänden herkommender Zweige aufnimmt und andere an die innere Schalenauskleidung absendet; es ist die Darmvene. Die letzere steht weder im Zusammenhang mit dem Herzen, noch mit der Darmarterie. Der das Mastdarmende umgebende Gefässring (circulus analis), in welchen die von der inneren Schalenauskleidung herkommenden Gefässe nennt er "die Respirationsvene." Valentin [2] hat ausser dem Gefässring am Oesophagus und dem am Anus, noch einen dritten Gefässring beschrieben, welchen er "l'anneau annulaire veineux de la lanterne" nennt. Dieser ist aber der Wassergefässring, welchen Valentin nicht gekannt hat. Nach Valentin sollte die Darmvene mit dem Gefässring am Anus in Communication stehen. Endlich sollten nach Tiedemann und Valentin auf jedem der fünf Wassergefässkanäle noch ein arterielles und ein venöses Gefäss verlaufen. Joh. Müller [3] hat später die Untersuchungen Tiedemann's in der Hauptsache bestätigt; jedoch unter einigen Verbesserungen, auf welche wir zu-

---

[1] Delle Chiaje. L. c. S. 336.

[2] Valentin. L. c. S. 89.

[3] Joh. Müller. Über den Bau der Echinodermen. S. 136.

Digitized by Google

gleich zurück kommen werden. Auch meine Untersuchungen stimmen im allgemeinen mit denen von TIEDEMANN überein, von dem ich jedoch in einigen Punkten bedeutend abweichen muss. Das Herz der *Echiniden* ist ein mehr oder weniger länglich-ovaler Schlauch, gewöhnlich von bräunlicher Farbe. Er ist nach LEYDIG [1] durch eine homogene, jedoch wimpertragende Haut, wie vor einer Art Pericardium umgeben. VALENTIN sagt einfach dass das Herz "par la double lamèlle du mésentère" umhüllt ist. Nach LEYDIG ist aber die Beziehung zwischen der flimmerenden Hülle und dem Herzen eine andere, als die eines einfachen Pericardiums, denn dieselben hellen Körperchen, welche in den Blutgefässen vorkommen, sah er auch in einem klaren Fluidum zwischen der Hülle und dem Herzen treibend. Leider kann ich hierüber nichts Genaueres angeben.

Dass die das Herz umhüllende Haut wimpert, habe ich auch gesehen; in welcher genaueren Beziehung diese Hülle zu dem Herzen steht, weiss ich nicht und ich habe versäumt dies an frischen Thieren festzustellen. Wenn man Querschnitte vom Herzen mit einem scharfen Messer macht und sie bei schwächerer Vergrösserung betrachtet, so bemerkt man dass das Herz eine cavernöse Structur zeigt. In der Mitte findet man gewöhnlich eine ziemlich grosse Höhle, welche die ganze Länge des Herzens von oben nach unten durchläuft, und an der unteren Spitze in das von dem Herzen abgehende Gefäss überzugehen scheint. Lateralwärts von diesem grossen Raum, bemerkt man ein Balkenwerk, mit dazwischen gelegenen Maschen, während nach der Peripherie hin, das Gewebe des Herzens mehr compact wird. Über den histologischen Bau des Herzens bin ich nicht ganz klar geworden. Nach LEYDIG haben die Muskelprimitivcylinder, welche sich an der Bildung des Herzens betheiligen, eine zarte Hülle und einen körnig bröckligen Inhalt. Es ist mir nie gelungen die Muskelfasern weder im frischen Zustand, noch nach Maceration in Aufl. von Bi-chrom. Pot., gut isoliren zu können. Zwischen den Muskelfasern und wie es scheint auch theilweise in den Muskelfasern selbst, bemerkt man eine so ungeheuer grosse Menge Pigmentkörnchen, mit äusserst kleinen ungefärbten Kügelchen gemischt, dass ich mir kein klares Bild von der eigent-

[1] LEYDIG. L. c. S. 312.

Digitized by Google

lichen Structur der Muskelfasern habe machen können. Nur so viel kann ich angeben, dass die Muskelfasern in verschiedenen Richtungen einander kreuzen, aber so dass man um die Maschen herum immer kreisförmige Fasern findet.

Am unteren Ende des Herzens geht ein Gefäss ab, welches bekanntlich in das Ringgefäss, das um den Oesophagus herumläuft, einmündet. Das Ringgefäss ist ein sehr feiner Kanal und zwischen dem Oesophagus und den fünf Schaltstücken gelegen. So wohl das an der Bauchseite (Darmarterie. TIEDEMANN), als das an der Rückenseite (Darmvene. T.) gelegene Gefäss, kann man bis zum Ringgefäss der Speiseröhre verfolgen.

Das Bauchgefäss fängt als ein sehr feiner Kanal an, erweitert sich bedeutend in der Mitte und verschmälert sich wieder am Mastdarm bevor es in den Circulus analis eintritt. Das Rückengefäss fängt ebenfalls als ein sehr feiner Kanal an, erweitert sich auch in der Mitte des Darmtractus um darauf wieder enger zu werden und lässt sich nicht, wie VALENTIN angibt, bis zum Circulus analis, sondern nur bis in der Gegend des Mastdarms, wie TIEDEMANN und auch JOH. MÜLLER beschreiben, verfolgen, ohne mit dem Ringkanal des Mastdarms in Communication zu stehen.

Gefässe auf der die innere Fläche der Schale bekleidenden Membran, wie TIEDEMANN und VALENTIN erwähnen, welche vom Rückengefäss her kommen sollten, habe ich nie gesehen; auch JOH. MÜLLER[1] sagt: "die Fäden vom Darm zur Schale sind nur Bänder." Ebenfalls muss ich das Vorkommen von Gefässen an den Wassergefässkanälen läugnen. Über den histologischen Bau der Gefässe kann ich folgendes mittheilen, was in der Hauptsache mit den Untersuchungen von SEMPER[2] über die *Holothurien*, übereinstimmt. Äusserlich sind die Gefässe mit einem Wimperepithelium überzogen. Darauf folgt eine einfache Lage dicht gedrängter äusserst dünner kreisförmiger Muskelfasern. Auf dieser Muskelfaserschicht folgt nach innen eine feine Bindegewebsschicht. So wohl in dieser wie in der vorigen Schicht, kommen überaus zahlreiche kleine gelb bis braunliche Pigmentklümpchen und noch kleinere helle Kügelchen vor.

---

[1] JOH. MÜLLER. Ueber den Bau der Echinodermen. S. 137.

[2] SEMPER. L. c. S. 112.

Digitized by Google

Kalkkörperchen, wie SEMPER in den Gefässen der *Holothurien* gefunden hat, sind mir nicht vorgekommen. Innerlich sind die Gefässe mit einem mehrschichtigen kleinzelligen Epithel bekleidet. Dieses Epithelium ist kein Flimmerepithelium, wie auch schon JOH. MÜLLER gegen VALENTIN behauptet hat.

Um den Verlauf der Gefässe am Darme verfolgen zu können, habe ich Injectionen zu machen versucht. Ein erstes Erforderniss dazu ist, dass man frische Thiere benützt, denn wenn die Thiere erst in Spiritus gelegen haben, setzt der geronnene Faserstof den Injectionen grosse Schwierigkeiten entgegen. An den Eingeweiden ganz frischer Thiere ist es mir jedoch nach sehr vielen fruchtlosen Versuchen, endlich einige Male gelungen das Bauchgefäss theilweise zu injiciren. Ich habe dazu in feine Spitzen ausgezogene gläserne Röhrchen gebraucht, die ich mit transparenter kaltflüssiger Injectionmasse (dem Beale'schen Karmin oder Richardson'schen Blau) füllte, dann ganz vorsichtig die Spitze des Röhrchens in das Lumen des Gefässes einzubringen und durch langsames Blasen die Masse in die Gefässe einzutreiben versuchte.

In den meisten Fällen mislangen die Injectionen, da ich entweder die Injectionsmasse in den Darm, oder nach aussen spritzte, indem ich die Spitze des Injectionröhrchens durch die Wand des Gefässes hindurch gestochen hatte. Nur einige Male gelang es mir, die Injectionsflüssigkeit in die Gefässe selbst hineinzutreiben. Man merkt es sogleich, wenn die Injection gelingt, da alsdann die injicirte Masse viel langsamer herabsteigt.

Ich habe jedoch nur partielle Injectionen von dem Darmtractus machen können, und es ist mir niemals gelungen eine so vollständige Injection darzustellen, dass die Flüssigkeit aus der Darmarterie in die Darmvene hineingetrieben war. Es ist leichter von der Darmarterie als von der Darmvene aus zu injiciren. Aus den von der Darmarterie injicirten Praeparaten des Darmkanals, geht nun hervor dass ein in dem Darmrohr eingeschlossenes, sehr reichhaltiges, lakunenartig sich ausbreitendes Gefässsystem vorhanden ist (Taf. VIII. Fig. 70). Besonders in dem Oesophagus kommt ein sehr reiches Gefässnetz vor. (Taf. IX. Fig. 72). Wie wir schon bei der Beschreibung des Darmkanals angegeben haben, ist der Oesophagus mit zahlreichen Papillen besetzt. Es ist nun besonders in diesen Papillen, dass man eine überaus grosse Zahl von Gefässverzweigungen vor-

Digitized by Google

handen. An der Basis dieser Papillen, also an der Stelle wo die Papillen der Darmwand aufsitzten, findet man gewöhnlich die Gefässverzweigungen so reich entwickelt, dass man fast nichts von der Grundsubstanz in welcher die Gefässe eingebettet sind, bemerkt. Nach der Spitze der Papille hin, sind die Netze etwas weniger stark entwickelt und sind die Gefässverzweigungen auch viel schmäler wie an der Basis. Durch den ausserordentlichen Reichthum an Gefässen wird vielleicht den Papillen, die wir als Schlundpapillen beschrieben haben, die Bedeutung von Darmkiemen zukommen. Welchen Theil des Darmes man auch untersucht, überall findet man ein lakunenartig sich ausbreitendes, sehr stark entwickeltes Gefässsystem. Die Blutflüssigkeit besteht ausser dem eiweisshaltigen Plasma aus Zellen von verschiedener Form und Gestalt (Taf. VIII. Fig. 71). Man unterscheidet 1. 0,006—0,008 *Mm.* grosse, mehr oder weniger rundliche, äusserst feinkörnige, mit einem 0,003—0,0035 *Mm.* grossen Kern versehene Zellen. 2. 0,003—0,004 *Mm.* grosse Körperchen, am meisten den Kernen der eben erwähnten Zellen ähnlich. Es scheinen aber selbständige Gebilde zu sein, denn zuweilen bemerkt man in ihnen einen sehr grossen, das Körperchen fast gänzlich füllenden Kern. 3. 0,005—0,006 *Mm.* grosse, vollkommen homogene Zellen, von mattglänzender Farbe. 4. 0,012—0,015 *Mm.* grosse Zellen, mit einem fein körnigen Inhalt. Im Inneren zeigen sie 2—4 Kerne, von welchen zuweilen 1—3 Pigmentkörner sind. 5. 0,005—0,006 *Mm.* grosse, runde Pigmentzellen, gewöhnlich von gelber Farbe. Das Pigment füllt die Zelle fast vollkommen aus. 6. 0,003—0,008 *Mm.* grosse Häufchen, von sehr kleinen, gelben Pigmentkügelchen. 7. 0,010—0,012 *Mm.* grosse, sehr bewegliche Zellen, welche in ziemlich grosser Zahl vorkommen. Die Bewegungen dieser Zellen sind sehr lebhaft und im Anfang dachte ich dass es kleine infusorienartige Thierchen waren. Sie sind gewöhnlich kernhaltig, mit einzelnen kleinen Körchen erfüllt und mit ziemlich stark verästelten, dünnen Ausläufern besetzt. Die Bewegungen dieser Zellen können zuweilen so schnell sein, dass es schwierig ist ihre Form gut zu beobachten. Auch WILLIAMS[1] hat stark verästelte Zellen im Blute von *Echinus* beobachtet und beschrieben. Unter den

[1] WILLIAMS Philos. Transact. 1852. S. 605.

Digitized by Google

fein granulirten und pigmentirten Zellen kommen auch Formen vor, welche Bewegungen zeigen, jedoch im viel geringeren Maass. Das Blutplasma der *Echinen* ist farblos. Die farblosen Blutzellen sind bedeutend zahlreicher vertreten als die pigmentirten Zellen. Ich will noch bemerken, dass den Gefässverzweigungen am Darm jede Spur von Wänden abzugehen scheint; ich habe wenigstens niemals etwas davon bemerken können.

Obgleich es, wie wir am Schluss sehen werden, mehr als höchst wahrscheinlich ist, dass Blut- und Wassergefässsystem auch bei den *Echinen* mit einander in Zusammenhang stehen, so habe ich bei diesen Thieren nicht, wie bei den *Spatangen*, den directen Weg anzeigen können, welcher beide Systeme mit einander verbindet. Die Darmvene, welche, wie angegeben, sich nicht bis zum Circulus analis verfolgen lässt, scheint am Ende des Darmes in ein lakunenartiges Gefässnetz sich auf zu lösen. Die innere bindegewebige Schicht des Darmes it bei den *Echinen*, wie auch SEMPER bei den *Holothurien* angiebt, die Trägerin der Blutgefässe. Für die Ovarien und die Wassergefässkanäle kommen keine absonderliche Gefässe vor.

Das Blutgefässsystem der *Spatangen* weicht bedeutend von dem der *Echiniden* ab. So weit mir bekannt, besitzen wir bis jetzt nur eine Mittheilung über die Blutgefässe dieser Thiere. Diese Mittheilung, welche theils sehr fehler- theils zu lückenhaft ist, rührt her von MILNE EDWARDS[1]. Ich muss zugleich bemerken, dass ich bei meinen Injectionsversuchen an den *Spatangen* viel volkommenere Praeparate wie an den *Echiniden* bekommen habe. Denn erstens hat man bei den *Spatangen* den grossen Vortheil, dass man den ganzen Darmtractus in der Schale liegen lassen kann und nur einen kleinen Theil weg zu brechen hat, um die Gefässe, von welchen aus man die Injection anstellen kann, bloss zu legen. Während man also bei den *Echinen* erst den ganzen Darm von der Schale los praepariren muss und durch Zerrung sehr leicht die zarten Darmwände zerreisst, dann auch den Nachtheil hat, dass der heraus genommene Darm auf einer Wachsplatte befestigt werden muss und der Darm dadurch immer doch noch sehr wenig festliegt, fällt dieser Nachtheil bei den *Spatangen* gänzlich weg. Zweitens scheinen die

[1] CUVIER. Règne Animal. Edition illustrée. Zoophytes Pl. XI. bis.

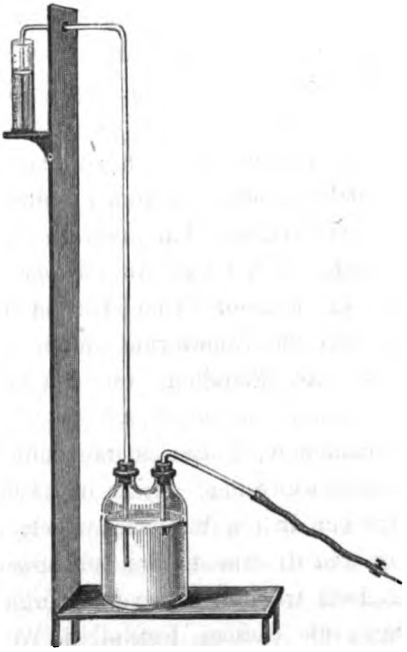
Digitized by Google

Gefässe der *Spatangen* nicht solche zarte Wände als die der *Echinen* zu haben, und drittens ist das Lumen der Gefässe bei den *Spatangen* nicht so klein wie bei den *Echinen*. Ich werde erst das Injectionsverfahren und dann die Beschreibung des Gefässsystemes vornehmen. Die Gefässe der *Spatangen* entgehen sehr leicht dem Beobachter, und erst an gut gelungenen Injectionen ist es möglich von dem Verlauf der Gefässe sich zu überzeugen. Wie bei den *Echinen* wurde als Injectionsmasse die transparenten, kaltflüssigen Lösungen (das Richarson'sche Blau und das Beale'sche Carmin) gebraucht. Anfangs versuchte ich auch hier, durch Einblasen der Injectionsmasse die Gefässe zu füllen. Wohl füllten sich auf dieser Weise die Gefässe, aber es stellte sich alsbald heraus, dass man durch Blasen nicht so viel Kraft anwenden könnte, um die Blutgefässe recht gut zu injiciren. Ich habe darum eine andere Methode gewählt. Erstens habe ich mit dem Wulff'schen Apparat, Injectionen zu machen versucht. Zum Injiciren benützte ich wie bei den *Echiniden* gläserne Röhrchen, welche ich in der Gasflamme in feine Spitzen ausgezogen hatte. Einen grossen Vortheil besitzen diese gläsernen Röhrchen, wenn das ausgezogene Ende allmählig in die äusserst feine Spitze übergeht; jedoch hat die feine Spitze auch den Nachtheil, dass man sehr leicht durch die Gefässwand hindurchsteckt. Die Wände der Gefässe sind zu zart, als dass man die Injectionsröhrchen festbinden kann; versucht man dies so zerreist man sogleich die Wand. Man muss also mit einer feinen Nadel eine kleine Öffnung in der Gefässwand machen und das gläserne Röhrchen allmählig so weit in das Lumen des Gefässes einschieben, bis das Röhrchen ringsherum durch die Wand fest umschlossen wird. Mit dem Röhrchen verbindet man einen Kautschukschlauch, welcher an der knieförmig herabgebogenen Röhre des Injectionsapparates verbunden wird. Ein Schraubenquetscher an dem Kautschukschlauch schliesst die zu injicirende Flüssigkeit ab. Fängt man nun die Injection an, so thut man am besten, den Schraubenquetscher so weit zu öffnen, dass die Injectionsmasse sehr langsam aus der gläsernen Kanüle tröpfelt. Man verhindert auf diese Weise am besten, das Luft in die Gefässe hereintritt. Während also die Injectionsflüssigkeit leise herauströpfelt, wird die Kanüle durch die gemachte Öffnung in das Gefäss hereingebracht und man bemerkt sogleich ob das Röhrchen wirklich in das Ge-

Digitized by Google

fäss eingeschoben ist. Ist nun die Röhre so weit hereingebracht dass sie fest sitzt, so öffnet man den Quetscher und die Injection geht allmahlig vor sich. Bei einem Quecksilberdruck von 16—20 *Mm.*, habe ich prachtvolle Injectionen bekommen. Der Wulff'sche Injectionsappart hat aber immer einen grossen Nachtheil. Denn erstens ist die Druckhöhe niemals gleichmässig, was immer für die zarten Gefässwände sehr schädlich ist, und zweitens übt das fortwährende Nachgiessen des Quecksilbers durch die Bewegung, welche dadurch in die Injectionsflüssigkeit entsteht, eine sehr nachtheilige Wirkung auf die Injectionsröhre aus, welche wie gesagt nicht festgebunden, sondern nur löse in dem Gefäss liegt. Die leiseste Bewegung ist im Stande das Röhrchen etwas aus dem Gefäss zu ziehen, was natürlich auf der Verfahren sehr störend einwirkt.

Ich habe darum versucht durch eine Art Hebelinjectionsapparat pie Nachtheile des Wulff'schen Apparate's zu ersetzen, denn ein Hering'scher Apparat stand mir nicht zum Gebot.



Eine gläserne Röhre von 15—20 *Mm.*, wurde an dem einen Ende knieförmig umgebogen und taucht mit dem anderen Ende in eine Wulff'sche Flasche. Durch den zweiten Hals der Flasche geht eine herabgebogene Röhre, mit welcher der Kautschukschlauch mit der gläsernen Injectionskanüle verbunden ist. Der ganze Apparat wird nun mit der Injectionsmasse gefüllt, und das knieförmig umgebogene Ende der langen gläsernen Röhre taucht in eine am besten graduirte Glasröhre, welche ebenfalls mit derselben Injectionsmasse gefüllt ist. Hat man nun die Kanüle in das zu injicirende Gefäss eingebracht, so überlasst man die Injection ganz sich selbst. Die Druckhöhe bleibt natürlich

Digitized by Google

hier immer dieselbe. Vor dem Verfahren kann man an der graduirten Röhre die Höhe der Flüssigkeit ablesen, und bricht man die Injection ab, so weiss man genau, wie viel Flüssigkeit man injicirt hat. Man kann das Verfahren sich selbst Stunden lang überlassen. Auf diese Weise ist es mir gelungen die schönsten Injectionen zu verfertigen und fast das ganze Gefässsystem des Darmes zu füllen. Wenn man nun bei einem Spatangus an der Bauchflache die Schale wegnimmt, bemerkt man an der grossen, ventralen Mesenterialplatte ein ziemlich grosses Gefäss. Dieses Gefäss (das Bauchgefäss) liegt theilweise mit dem gewundenen Organ knapp der Darmwand an und endet ungefähr an derselben Stelle, wo das gewundene Organ im Dickdarm ausmündet (Taf. VI, Fig. 40, 41, 42). Verfolgt man nun das Bauchgefäss nach der anderen Seite hin, so bemerkt man dass es in der Nähe der Stelle wo das gewundene Organ sich umschlägt, von der Darmwand sich entfernt, mit dem gewundenen Organ sich kreuzt und ungefähr in der Mitte der genannten Mesenterialplatte eine Strecke weit sich fortsetzt. Auf seinem Weg, nachdem es sich mit dem gewundenen Organ gekreuzt, giebt es rechtwinkelig verschiedene kleine Zweige ab, welche nach dem Darm verlaufen. An der Stelle wo an der oberen Wand des Darmes das Divertikel sich befindet, geht das Bauchgefäss in die Tiefe, tritt in die hervorragende Falte welche den Dünndarm von dem Dickdarm trennt, läuft längs der Peripherie des Divertikels, (Taf. VI, Fig. 41, 42) und setzt sich als Rückengefäss am Dickdarm wieder fort, bis zur Umbiegungsstelle des Dickdarmes (dem Übergang der zweiten Windung des Darmes in die Dritte).

Selbst bei den vollständigsten Injectionen, habe ich das Bauchgefäss nur bis zur Einmündung des gewundenen Organs im Dickdarm und das Rückengefäss nur bis zur dritten Windung verfolgen können. Der Dünndarm, der Magen und die Speiseröhre bekommen ihr Blut aus einem anderen Zweig. Dort wo das gewundene Organ das Bauchgefäss kreuzt, entspringt aus diesem Gefäss ein Ast (das Magengefäss), welcher dem gewundenen Organ folgt, mit diesem weiter verläuft und sich ungefähr bis gegenüber der Stelle wo das gewundene Organ im Magen ausmündet, verfolgen lässt (Taf. VI, Fig. 42), um sich dann im Magen, Dünndarm und Oesophagus zu

Digitized by Google

verzweigen. Auf seinem Weg giebt das Magengefäss aber wieder einen Zweig ab, welcher auf der kleinen, ventralen Mesenterialplatte parallel mit dem Bauchgefäss an der rechten Seite des Stützapparates (also links vom Oesophagus dem Steinkanal gegenüber) nach vorn verläuft, keine Zweige abgiebt, sondern in den Wassergefässring ausmündet. Diesen Zweig, welcher also das Blutgefässsystem mit dem Wassergefässsystem verbindet, kann man am besten den **Verbindungszweig** nennen (Taf. VI, Fig. 41, 42, 43, 44_a. u.).

Wenn man nun den injicirten Darm unter dem Mikroskop untersucht, so bemerkt man dass auch bei den *Spatangen* wie bei den *Echiniden* und *Holothurien*, ein äusserst reichhaltiges Lacunensystem vorkommt. Die Blutvertheilung am Darm ist aber nicht überall dieselbe. Untersucht man die injicirten Theile des Dickdarmes, so bemerkt man, dass besonders in der nächsten Umgebung des Bauchgefässes ein so überaus reiches Gefässnetz vorkommt, dass man fast nichts anderes als Gefässverzweigungen findet. Mehr nach dem Rückengefäss hin werden die Netze etwas weniger reichhaltig, zu gleich aber nehmen die Blutgefässe an Dicke zu (Taf. IX, Fig. 73. 74.). Untersucht man Theile des Darmes, wo das Bauchgefäss nicht unmittelbar am Darm verläuft, sondern auf regelmässigen Abständen kleinere Äste, welche unter rechten Winkeln von dem Hauptstamme entspringen, abgiebt, so bemerkt man dass diese kleineren Zweige so bald sie am Darme angelangt sind, sich baumförmig verzweigen, um dann ebenfalls ein sehr reiches Lacunensystem zu bilden. Bauch- und Rückengefäss stehen durch das beschriebene Lacunensystem mit einander in Communication. Untersucht man die Blutbahnen des Divertikels, so findet man hier ebenfalls ein sehr reiches Gefässnetz. Man kann hier sehr deutlich grosse und kleinere Gefässe unterscheiden. Die grossen Gefässe laufen parallel neben einander und stehen durch zahllose kleinere Äste mit einander im Zusammenhang. Ist die Injection gut gelungen, so sind gewöhnlich alle Blutgefässe des Divertikels vollkommen gefüllt und lieferen prachtvolle Bilder. Wie schon bemerkt, hört an der Stelle wo die zweite Windung des Darmes in die dritte übergeht, Bauch- und Rückengefäss auf und besteht weiter im Darm nur ein sehr vielfach entwickeltes Lacunensystem. Auch die

Digitized by Google

Blutvertheilung am Dünndarm und Magen, welche, wie angegeben, ihr Blut aus dem Magengefäss bekommen, stimmt fast vollkommen mit der des Dickdarmes überein und bildet ebenfalls überall ein reiches Lacunensystem. Obgleich man auch gute Injectionen von in Weingeist aufgehobenen Thieren bekommen kann, so sind doch die frischen Thiere bei weitem zu empfehlen. Für die Geschlechtsdrüsen und die Wassergefässe bestehen keine absonderliche Blutgefässe. Wir sehen also dass am Dickdarm ein Bauch- und ein Rückengefäss vorkommt, dass beide Gefässe durch einen Querzweig (welcher aber erst dem Divertikel ringsherum verläuft) mit einander in Zusammenhang stehen und dass diese Gefässe nur den Theil des Darmes versorgen welcher hinter der Falte liegt, welche den Dünndarm von dem Dickdarm trennt. Auch bei den vollständigsten Injectionen ist in dem Theil des Darmes, welcher vor dieser Falte liegt, (Dünndarm, Magen, Oesophagus) keine Spur von Injectionsflüssigkeit eingedrungen, wenn man vorher das Magengefäss abgeschlossen hat. Diese Theile werden also nur von dem Magengefäss versorgt.

Untersucht man das Blutplasma von frischen Thieren, das eben wie bei den Echinen farblos ist, so findet man darin die folgenden zelligen Elemente (Taf. IX Fig. 77.):

1. Runde, 0,006—0,0085 *Mm.* grosse Zellen, mit einem fein granulirten Inhalt und einem 0,003—0,0035 *Mm.* grossen Kern, der ziemlich scharfe Conturen zeigt und ebenfalls fein granulirt ist (77 a.).

2. Kleinere, 0,003—0,005 *Mm.* grosse, rundliche, fein granulirte Körperchen, den Kernen der sub 1 erwähnten Zellen ähnlich. Man findet in diesen Gebilden gewöhnlich keinen Kern. Kommt aber ein Kern vor, dann ist dieser sehr gross und füllt das Körperchen fast ganz aus (Fig. 77 b.).

3. Zellen welche ungefähr die Grösse der sub 1 beschriebenen haben und derer Protoplasma ebenfalls fein granulirt ist. Statt des Kerns haben sie ein 0,003—0,004 *Mm.* grosses Pigmentkorn. Das Pigment ist von gelber, rother, violetter, brauner oder blauer Farbe (77 c.).

4. Zellen von derselber Grösse als die vorigen. Statt eines Pigmentkornes zeigen sie jedoch 2—3 dieser Körner und ausserdem noch einen ziemlich scharf umschriebenen Kern (Fig. 77 d.).

Digitized by Google

5. Völlig homogene Zellen von 0,004—0,005 *Mm.* Grösse (Fig. 77 d.).

6. Zellen mit einer scharf umschriebenen Wand, 0,008—0,009 *Mm.* gross, derer Inhalt fast ganz durch helles Pigment gefüllt ist (Fig. 77 d.).

7. Zellen welche 0,012—0,020 *Mm.* gross sind mit einem fein granulirten Inhalt und mit 3—8 Kernen. Zuweilen findet man neben solcher einer grossen Zahl von Kernen auch 1—3 Pigmentkörner (Fig. 77 f.).

8. Häufchen von 0,008—0,010 *Mm.* Grösse aus Pigment körnchen von sehr verschiedener Farbe bestehend (Fig. 77 k.).

9. Ausserdem kommen aber noch Zellen vor welche eine sehr lebhafte Bewegung zeigen. Man sieht zuweilen sehr deutlich wie diese Zellen Ausläufer aussenden, wie sie von Form wechseln u. s. w. (Fig. 77 i.).

Im Allgemeinen kann man zweierlei Art von Bewegung unterscheiden: Rotirung um eine Axe, und Bewegung in einer Bahn. Die Bewegungen der Zellen können zuweilen so schnell sein, dass es sehr schwierig wird eine bestimmte Zelle eine Zeit lang zu verfolgen. Ausser diesen Zellenarten findet man nun noch 0,003—0,004 *Mm.* grosse Körperchen, mit 3—4 blau- oder rothgefärbten, sehr kleinen Kügelchen. An diesen Körperchen kommt ein ziemlich langer, fast unmerkbar feiner Faden vor. Diese Gebilde, welche ebenfalls beiderlei Bewegungen zeigen, schwimmen zuweilen blitzschnell durch das Beobachtungsfeld. Wenn man zuweilen eins antrifft, dessen Bewegungen nicht mehr so stark sind und man also besser in der Gelegenheit ist es zu beobachten, so ist hier besonders die Rotirung um eine Axe sehr schön zu sehen (Taf. IX Fig. 77 g); was diese Körperchen sind, weiss ich nicht, ob sie vielleicht Infusorien sind oder Flagellaten kann ich nicht bestimmen. Weiter begegnet man birnförmigen 0,009—0,014 *Mm.* grossen Körperchen mit einigen mattglänzenden Kügelchen in ihrem sonst homogenen Inhalt und einem schmalen 0,016—0,024 *Mm.* langen Fortsatz. Diese Gebilde zeigen jedoch keine Bewegung (Taf. IX Fig. 77 h.). Endlich kommen einzelne Infusoria ciliata und sehr viele Bacillarien vor. Im allgemeinen kann man annehmen dass in den Blutgefässen die pigmentirten zelligen Elemente den pigment-

Digitized by Google

freien, fein granulirten in Zahl bedeutend nachstehen. So wohl die fein granulirten als die pigmentirten Zellen können zuweilen auch amoeboide Bewegungen zeigen.

Wir sehen also dass bei den *Spatangen* wie bei den *Echinen* farblose und pigmentirte Zellen im Blut vorkommen; doch sind die letzteren bei den *Spatangen* viel zahlreicher wie bei den *Echinen* vertreten.

Was den histologischen Bau der Gefässe angeht, so kann ich hierüber folgendes mittheilen. Die Gefässe verlaufen im Mesenterium. Es scheint nähmlich dass das Mesenterium aus zwei Platten besteht, welche an der Stelle wo die Gefässe verlaufen aus einander treten und zugleich etwas dünner werden. Die Gefässe sind also äusserlich von einer Bindegewebshaut überkleidet, auf welcher ein Wimperepithelium sitzt. Darauf folgt eine ziemlich stark entwickelte, transversale, eine viel weniger stark ausgeprägte longitudinale Muskelfaserschicht, und endlich wird das Gefäss innerlich von einer hyalinen Bindegewebsmembran ausgekleidet, welche ein geschichtetes Epithel trägt. Dieses Epithel besteht aus 0,004—0,005 *Mm.* grossen, äusserst fein granulirten Zellen. Wie bei den *Holothurien* und *Echiniden* geht auch den Gefässen der *Spatangen* ein inneres Wimperepithelium ab. Die Muskelfasern sind 0,003—0,0035 *Mm.* breit, haben einen ganz homogenen Inhalt (HARTNACK $^3/_9$) und zeigen gewöhnlich eine Anschwellung, in welcher ein Kern gelegen ist. Von einem Sarkolemm ist nichts zu bemerken. So bald die Gefässe an der Darmwand angelangt sind, geht die Muskelfaser- und die Bindegewebsschicht in die des Darmes über, und das Blut strömt im Darm, wie schon bemerkt, nur in Lacunen; ich habe wenigstens am Darm selbst keine Gefässwände bemerken können.

Ein Organ, dem Herzen der *Echinen* ähnlich, fehlt den *Spatangen* vollkommen.

Zur Vergleichung des Blutgefässsystemes der *Echinoiden* mit dem der *Holothurien*, habe ich auch bei letztgenannten Thieren Injectionen der Blutgefässe zu machen versucht. Das Material zu diesen Versuchen verdanke ich der Güte Herrn Professor's SELENKA.

Die Injectionen wurden an den Gattungen *Mülleria*, *Stichopus*, *Holothuria*, *Orcula* u. s. w., gemacht. Es braucht wohl nicht erörtert zu werden, dass die Injectionen, welche ich an den *Holothurien*

Digitized by Google

bekommen habe, bei weitem nicht so vollständig sind als die, welche SEMPER bei frischer Thieren Gelegenheit hatte an zu stellen. Besonders aber bei *Stichopus* und *Holothuria*, habe ich jedoch recht hübsche Bilder bekommen. Wenn man nun den injicirten Darm der *Holothurien* mit dem der *Echinoiden* vergleicht, so sieht man dass bei beiden Thiergruppen — mögen denn auch in den grösseren Gefässen bedeutende Unterschiede bestehen — die Gefässvertheilungen am Darme mit einander sehr nahe übereinstimmen. Bei beiden sehen wir ein sehr reichhaltiges Lacunensystem in der Darmwand. Bauch- und Rückengefäss stehen nur durch Lacunen mit einander in Zusammenhang. Bei den *Holothurien* finden wir Kalkkörperchen in den Wänden der Gefässe, welche jedoch den *Echinoiden* abgehen. Der histologische Gefässbau der *Holothurien* stimmt sonst mit dieser Ausnahme vollkommen mit der der *Echiniden* überein; beiden fehlt eine longitudinale Muskelfaserschich, welche bei den *Spatangen* dagegen wohl vertreten ist. Bei den *Holothurien* finden wir nach SEMPER sehr oft ein gefärbtes Plasma; das der *Echinen* und *Spatangen* dagegen ist farblos. Bei den *Holothurien* ist, wie bei den *Echiniden* und *Spataugen*, die innere Bindegewebshaut des Darmes die Trägerin der Blutgefässe.

An den Gefässen der *Spatangen* kommen aber noch kleine appendiculäre Organe vor, welche den *Holothurien* und *Echiniden* fehlen. Wir finden nähmlich besonders häufig an dem Bauchgefäss des Darmes und dem Verbindungszweig zwischen Blut- und Wassergefässsystem 3—4 *Mm.* grosse, dunkelbraun gefärbte Anhänge, welche sich ziemlich leicht von den Gefässen, welchen sie anhängen, entfernen lassen. Diese Anhänge bestehen aus einer Unmenge gewöhnlich dunkelbrauner oder röthlichbrauner Pigmentzellen, wie man ihnen in den Gefassen auch begegnet. Sie liegen in einer äusserst fein faserigen Grundsubstanz, welche jedoch nur sparlich entwickelt ist. Durch die faserige Grundsubstanz sind diese Anhange an den Wanden der Gefässe verbunden. Welche Bedeutung sie haben weiss ich nicht; ob sie vielleicht die Werkstätte der Pigmentzellen sind, kann ich nicht bestimmen. Am Bauchgefäss kommen sie gewöhnlich an der oberen Fläche vor. Bei der Injection dringt keine Masse in diese Anhänge hinein.

Digitized by Google

DAS WASSERGEFÄSSSYSTEM.

Bei den ältern Naturforschern finden wir nur mangelhafte Angaben über den Bau des Wassergefässsystemes. TIEDEMANN [1] hat bei *Echinus* wohl die fünf Wassergefässkanäle, die Ampullen, und die Poli'schen Blasen gekannt, jedoch keine Rücksicht auf den Steinkanal und Ringkanal genommen. VALENTIN [2] und DELLE CHIAJE [3] haben den centralen Theil des Wassergefässsystemes mit den Blutgefässen confundirt. Der Steinkanal der Seeigel ist zuerst von AGASSIZ [4] erkannt und verstanden, und JOH. MÜLLER [5] hat bei den *Echiniden* das ganze Wassergefässsystem so vollkommen beschrieben, dass ich weiter nichts beizufügen vermag. Ich werde daher nur ganz kurz ihren makroskopischen Bau erwähnen und bei ihrer histologischen Structur etwas länger verweilen.

Das Wassrgefässsystem der *Echiniden* ist bekanntlich folgendermaassen gebaut. Von der Madreporenplatte, entspringt der Steinkanal, eine äusserst feine Röhre, welche neben dem Herzen, oft selbst in eine seitliche Rinne des Herzens eingedrückt, zum Ringkanal herabsteigt. Der Ringkanal liegt unter dem arteriellen Gefässring eng der Laterne an und umgiebt die Speiseröhre. Von dem Ringkanale entspringen, der Mitte der fünf Kinnladen gegenüber, die fünf Poli'schen Blasen. Diese Blasen liegen auf der Membran welche den oberen Theil der Kiefer oder Pyramiden schliesst und sind noch etwas von den Quermuskeln der 5 Bügelstücke bedeckt. Den Gabelstücken gegenüber entspringen aus dem Ringkanal die fünf radialen Ambulacralstämme des Wassergefässsystemes, welche nach dem ihnen gegenüberstehenden Brückenbogen verlaufen, diesen durchsetzen und endlich in der Mittellinie der Ambulacralfelder, längs der inneren Wand bis zum Circulus analis hinauf, gegen das Ende an Stärke abnehmend, verlaufen.

---

[1] D. TIEDEMANN. L. c. S. 83.

[2] VALENTIN. L. c. S. 106.

[3] DELLE CHIAJE. L. c. Tom. II. S. 342.

[4] AGASSIZ. Comptes Rendus XXV. S. 679. Froriep's Notizen III. Reihe V. S. 145.

[5] J. MÜLLER. Über den Bau der Echinodermen, Abhandl. der Königl Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1853. S. 123.

Digitized by Google

Jeder ambulacraler Wassergefässstam sendet, so bald er den inneren Anfang der Mittellinie der Ambulacralfelder erreicht hat, rechtwinkelig rechts und links ebenso viele Zweige ab als Porenpaare vorhanden sind. Der Zweig bildet unter jedem Porenpaar ein gegen das Innere der Körperhöhle bogenförmig vorspringendes Ambulacralbläschen, aus welchen zwei Sangfüsschen (aus jedem Pore ein) an die äussere Oberfläche der Schale übergehen. Die Ambulacralbläschen (Innere Kiemen, VALENTIN) sind äusserlich so wohl als innerlich von einem Wimperepithelium bekleidet, wie schon durch verschiedene Beobachter, wie AGASSIZ, JOH. MÜLLER, LEYDIG, SHARPEY, QUATREFAGE u. a. früher beschrieben ist. Das äussere Wimperepithelium sitzt auf einer sehr zarten homogenen Haut. Darauf folgt eine transversale Muskelfaserschicht. Die Fasern welche diese Schicht bilden, sind sehr dünne 0,0028—0,0032 *Mm.* breite Primitifcylinder, welche regelmässig neben einander liegen und einen leicht wellenförmigen Verlauf haben (Taf. X. Fig. 79). LEYDIG [1] hat bei *Echinus esculentus* diese zarten Muskelfasern ebenfalls gesehen und genau beschrieben, während TIEDEMANN [2], VALENTIN [3], AGASSIZ [4] u. a. nur oberflächlich von contractilen Fasern in den Wänden der Ambulacralbläschen sprechen. Darauf folgt endlich das innere Wimperepithelium, welches auf einer fein körnigen an kleinen Zellen und Kernen sehr reichen Schicht sitzt (Taf. X. Fig. 80). Zwischen den verschiedenen Häuten kommen braune Pigmentkörnchen und hakenförmige Kalkkörperchen vor (Taf. X. Fig. 81). Die Ambulacralbläschen sind mit Seewasser gefüllt, in welchen man dieselbe Elemente wie im Blute, besonders die schon mehr erwähnten beweglichen Zellen findet.

LEYDIG beschreibt die Formelemente welche in dem Seewasser der Ambulacralbläschen vorkommen als folgt: "Es sind aus hellen Bläschen bestehenden unregelmässigen Ballen, die ein anderes Bläschen mit scharf conturirtem Nucleolus gewissermaassen zum Centrum haben."

---

[1] LEYDIG. L. c. S. 309.

[2] TIEDEMANN. L. c S. 83.

[3] VALENTIN. L. c. S. 84.

[4] L AGASSIZ. Comptes rendus S. 677. 1847. Tom. II.

Digitized by Google

SEMPER [1] hat bei den *Holothurien* ausser den Schleimzellen auch noch grosse gelbbraune Körnchenhaufen gefunden, welche sich in dem mehrschichtigen inneren Wimperepithelium entwickeln und auch ganz frei in dem Lumen der Wassergefässe umherschwimmen. LEYDIG hat in den Ambulacralbläschen ausser den schon beschriebenen Muskelfasern in den Wänden noch ein zweites System von Muskelfasern gesehen, welche im Innern wie Seile durchgespannt sind, sich auch wohl netzartig verbinden und so eine Art Trabeculärgewebe darstellen. Ich habe mich aber von dem Vorkommen solches trabeculären Muskelgewebes nicht überzeugen können. Auch SEMPER läugnet bei den *Holothurien* dieses trabeculäre Muskelgewebe. Das von DELLE CHIAJE [2] und KROHN [3] um den Ambulacralbläschen beschriebene Gefässnetz habe ich ebenso wenig wie LEYDIG gesehen; nach SEMPER kommen auch solche Netze bei den *Holothurien* nicht vor. Die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle sind wie die Ambulacralbläschen gebaut und bestehen aus einem äusseren Flimmerepithelium, welches aber, nicht wie bei den Ambulacralbläschen, einer homogenen Haut, sondern der Muskelfaserschicht direct aufsitzt. Die Muskelfasern haben einen ringförmigen Verlauf. Darauf folgt eine mit zahlreichen Zellen und Kernen durchsetzte Schicht, auf welcher das innere Flimmerepithelium ruhet. Hakenförmige Kalkkörperchen und Pigmentkörnchen liegen auch hier in zahlreicher Menge in den Wänden der Kanäle verbreitet. Die fünf Poli'schen Blasen haben ebenfalls ein äusseres und ein inneres Flimmerepithelium. Eine sehr zarte, an kleinen Zellen und Kernen überaus reiche Bindegewebshaut trennt die beiden Epithelialschichten. Kreisförmige Muskelfasern kommen in den Poli'schen Blasen nicht vor. TIEDEMANN [4] hat ebenfalls keine Muskelfasern nachweisen können; auch VALENTIN [5] nennt die Wände der Poli'schen Blasen einfach zellig. Dagegen hat SEMPER [6] bei den *Holothurien* wohl eine Schicht Muskelfasern ge-

[1] SEMPER. L. c. S. 123.

[2] DELLE CHIAJE. Memorie sulla storia e notomia degli animalisenza vertebre 1823. S. 338. Tom. II.

[3] KROHN Müller's Archiv. 1841. S. 1.

[4] TIEDEMANN. L. c. S. 83.

[5] VALENTIN. L c S. 85.

[6] SEMPER. L. c. S. 123.

Digitized by Google

funden. Gefässe kommen entschieden an den Poli'schen Blasen nicht vor; auch SEMPER läugnet ihr Vorkommen bei den *Holothurien*. Über die feineren Structurverhältnisse des Ringkanals kann ich nur sehr wenig genaue Angaben mittheilen. Ein äusseres Flimmerepithelium scheint nicht vorzukommen, dagegen scheint wohl ein Ringmuskelfäserschicht und ein inneres Flimmerepithelium vorhanden zu sein. Erst nach vielen fruchtlosen Untersuchungen ist es mir gelungen, von dem Vorkommen des Ringkanals mich zu überzeugen. Es ist ein sehr feiner Kanal, der dem Auge sehr leicht entgeht. Der Steinkanal endlich welcher im Ringkanal einmündet ist ebenfals ein sehr feiner Kanal, der neben dem Herzen in einem beiden gemeinschaftlichenGekröse herabsteigt. VALENTIN [1] scheint den Steinkanal wohl gesehen zu haben, ist sich aber über ihre Bedeutung nicht klar geworden; er hat ihn unter dem Namen "le corps, qui ressemble à un vaisseau" beschrieben. Der Steinkanal hat ein äusseres und ein inneres Flimmerepithelium und dazwischen eine aus sehr feinen Bindegewebsfäserchen bestehende Haut. Die Bindegewebsfäserchen sind sehr dicht durcheinander gewunden und schliessen hakenförmige Kalkkörperchen und Pigment zwischen ihren Netzen ein. JOH. MÜLLER [2] erwähnt dass der Steinkanal bei Cidaris in seinen Wänden dicht mit Kalkplättchen ausgestattet ist. Ich habe in Nizza nur einmal Gelegenheit gehabt einen Cidaris zu untersuchen, habe mich aber nicht von dem Vorkommen von Kalkplättchen überzeugen können. Die im Innern der Körperhöhle bogenförmig vorspringenden Ambulacralbläschen gehen in die an der äussere Oberfläche der Schale gelegenen Füsschen über. Die Füsschen sind gewöhnlich Saugfüsschen, welche eine walzenförmige Gestalt haben und an ihren geschlossenen Enden scheibenartig abgeplattet sind. Sie sind sehr reizbar und können sich selbst bis über die längsten Stacheln der Oberfläche hinaus ausdehnen; andererseits aber können sie sich auch bis fast zur Unkenntlichkeit contrahiren. Die eigentlichen Saugfässchen, welche den überaus grössten Theil bilden und über die ganze Schale regelmässig vorkommen, sind bei den von mir untersuchten *Echiniden* (*Toxopneutes*,

---

[1] JOH. MÜLLER. Über den Bau der Echinodermen. Abh. der Berl. Akad. 1853. S. 203.

[1] VALENTIN. L. c. S. 89.

Digitized by Google

Sphaerechinus, *Psammechinus*) folgendermaassen gebaut. An jedem Saugfüsschen kann man das eigentliche Füsschen und die Saugscheibe unterscheiden. Das eigentliche Füsschen besteht von aussen nach innen aus den folgenden Schichten. 1. Ein Flimmerepithelium, 2. eine Pigmenthaut, 3. eine transversale Bindegewebshaut, 4. eine aus longitudinalen sehr stark entwickelten Bindegewebsfasern bestehende Haut, und endlich 5. eine ziemlich starke Längsmuskelhaut, welche innerlich noch von einer feinen hyalinen Membran — welche ebenfalls ein Flimmerepithelium trägt — ausgekleidet ist. Die Längsmuskeln liegen in verschiedenen Schichten, und setzen sich unter Kreuzung der einzelnen Fasern, stimmen im Bau mit den der Stacheln überein. Ihr Inhalt ist fast ganz homogen, und ein Sarkolemm konnte ich nur selten beobachten. Ihre Breite wechselt von 0,005—0,0068 *Mm.*; am Ende sind sie zuweilen dichotomisch getheilt. Bei fast allen Beobachtern findet man angegeben dass, ausser den longitudinalen Muskelbündeln, auch noch transversale sich an der Bildung des Füsschens betheiligen sollten.

Von den letzteren habe ich aber niemals etwas gesehen, ungeachtet der vielen untersuchten Füsschen. Diese Angabe stimmt vollkommen überein mit der welche SEMPER[1] bei der Beschreibung der Füsschen der *Holothurien* angiebt, indem er sagt: "Ich wiederhole hier nur, dass sich nirgends Ringmuskelfasern finden." Im Anfang glaubte ich dass es eine mangelhafte Untersuchung war, dass ich im Widerspruch mit allen anderen Autoren keine Ringmuskelfasern auffinden könnte, jedoch geben die Untersuchungen von SEMPER bei den *Holothurien* meiner Angabe neuen Halt. Die longitudinale Bindegewebsbündelschicht ist sehr stark entwickelt. Im Gegensatz wie SEMPER bei den *Holothurien* gefunden hat, bemerkt man wenig Grundsubstanz und ziemlich viele feine elastische Fasern.

Wenn die Füsschen contrahirt sind, verlaufen die Bindegewebsfasern in stark wellenförmigen Linien, welche natürlich gestreckt werden, wenn die Füsschen sich erigiren. Die transversale Bindegewebsschicht ist sehr zart und im Verhältniss zur der longitudinalen äusserst gering entwickelt. Die darauf folgende Pigment-

[1] SEMPER. L. c. S. 156.

Digitized by Google

haut ist ebenfalls eine zarte Haut, welche das Pigment, — das im frischen Zustande gewöhnlich röthlich ist, — theils als körniges Pigment, theils als spindel- und polygonale Pigmentzellen trägt. So wohl in dieser, wie in der vorigen Haut kommen die schon oft erwähnten Kalkkörperchen in ziemlich grosser Zahl vor. Das Wimperepithelium, welches nach aussen die Saugfüsschen begrenzt, streckt sich nicht über die ganze Oberfläche des Füsschen aus, sondern kommt nur stellenweise, auf regelmässigen Abständen von einander vor. Wie schon oben bemerkt, ist die äussere Contour des Füsschens wellenförmig, nur bei der Erection des Füsschens flacht sie sich ab. Sind die Füsschen erigirt, so sind die Berge der wellenförmigen Fläche fast eben gross wie die Thäler; sind sie dagegen contrahirt, so bemerkt man sehr deutlich die stark convexen Flächen der äusseren Contour, von den concaven dagegen ist nur sehr wenig zu sehen. Man findet das Wimperepithelium nur auf den convexen (den Bergen der wellenförmigen Flächen) und keine Spur auf den concaven Flächen.

Sind also die Füsschen in Contraction, so wimpert fast ihre ganze äussere Oberfläche; sind sie dagegen erigirt, so bemerkt man dass das Wimperepithelium auf regelmässigen Abständen von einander die Oberfläche bekleidet. Die Saugscheibe bildet das scheibenartig abgeplatte etwas ausgebreitete und geschlossene Ende des Füsschens. An der Saugscheibe kann man wieder zwei Portionen unterscheiden: den oberen, von innen nach aussen an Dicke zunehmenden am Rande zackigen Theil "die Saugrosette" (rosace VAL) und den kleineren, dünneren unteren Theil "den Saugring" (l'anneau calcaire VAL). Ich habe die Saugscheibe theilweise fast ganz ähnlich gebaut gesehen, wie VALENTIN[1] sie beschrieben hat, theilweise aber auch andere gefunden von einer anderen Structur. Den Bau der ersteren findet man richtig bei VALENTIN angegeben; deshalbe will ich nur den Bau der letzteren hier beschreiben (Taf. X, Fig. 78). In der Mitte der Saugscheibe bemerkt man einen 0,18 *Mm.* grossen, doppelt contourirten Kreis, im Innern dieses Kreises findet man eine fein moleculäre, mit Bindegewebsfibrillen, Pigmentkörnchen und spindelförmigen Pigmentzellen eingestreute Masse.

[1] VALENTIN. L. c. S. 37.

Digitized by Google

VALENTIN beschreibt diesen Kreis als "une grande ouverture circulaire." Darauf folgt eine siebeneckige ebenfalls doppelt contourirte Platte, welche aus feinen Netzen von Kalk besteht, der eigentliche Saugring. Bei Verschiebung des Focus bemerkt man dass der Saugring etwas mehr an der Oberfläche liegt als der übrige Theil der Saugscheibe, welchen sie theilweise deckt. Darauf folgen sieben durch eben so viele radiale Grenzspalten vollkommen getrennte Theile: die Saugrosette. Jeder dieser Theile ist am besten mit einer aufgeschnittenen und dann ausgebreiteten dreiblätterigen Blumenkrone zu vergleichen. Diese Theile, ebenfalls aus feinen Kalkmaschen aufgebaut, stehen derart in Beziehung zu dem eigentlichen Saugring — durch welchen sie theilweise überdeckt werden — dass sie den sieben Winkeln des eigentlichen Saugrings entsprechen; die radialen Grenzspalten der Saugrosette fallen also ungefähr auf die Mitte der sieben Flächen des eigentlichen Saugrings. Zwischen diesen Theilen und dem zackig ausgeschnittenen Rande der Saugscheibe findet man feine Bindegewebsfibrillen mit Pigmentkörnchen, Kalkkörperchen, spindelförmige Pigmentzellen u. s. w. An dem zackig ausgeschnittenen Rande der Saugscheibe bemerkt man auf den hervorragenden Theilen eine Wimperhaut die nicht auf einem Epithelium, sondern dem Rande unmittelbar aufzusitzen scheint; in den ausgeschnittenen Theilen des Randes ist keine Spur von Wimpern zu sehen. Ausser diesen Formen von Saugscheiben kommen noch andere vor, die jedoch mehr oder weniger den von VALENTIN beschriebenen nahekommen. Es scheint dass mehr das Alter des Thiers als wohl die Stelle des Körpers, von welchem man die Saugscheiben untersucht hat, als Ursache der Formveränderungen der Saugscheiben aufzufassen sind, wie auch schon VALENTIN angiebt. Wenn man einen lebendigen Seeigel in eine Schale mit Seewasser setzt, so bemerkt man dass die Saugfüsschen, die, sobald man das Thier aus dem Seewasser herausgenommen hat, sich contrahiren, allmählig sich wieder ausstrekken. Wenn man die Bewegungen der Saugfüsschen beobachtet, so bemerkt man dass die Füsschen bis über die längsten Stacheln der Oberfläche ausdehnbar sind. Sie sind sehr reizbar und ziehen sich bei der leisesten Berührung zurück. Wenn man die äusserst zarte Muskelhaut der Ambulacralbläschen mit der starken Mus-

Digitized by Google

kulatur der Ambulacralfüsschen vergleicht, so erhellt, dass die Ambulacralbläschen wohl schwerlich das Vermögen haben können, die Füsschen zu erigiren; die schwache Musculatur der Bläschen kann wohl nicht die starke Musculatur der Füsschen überwinden. Zerschneidet man einen lebendigen Seeigel, wirft man die Stücke ins Seewasser und zerstört die Ambulacralbläschen, so haben die Saugfüsschen doch das Vermögen sich auszustrecken und sich einzuziehen noch nicht verloren. Lässt man die Stücke ruhig im Wasser liegen, so erigiren sich die Saugfüsschen; bei leiser Berührung contrahiren sie sich sofort. Die Bewegungen sind aber nicht so lebhaft und so vollkommen wie an dem ungestörten Thier. Ich glaube daher, dass das umringende Seewasser als der Reitz für die Bewegungen der Ambulacralfüsschen anzusehen ist; die Ambulacralbläschen werden wahrscheinlich nur die Bedeutung von Behältern haben, derart, dass sie bei einer Einziehung der Saugfüsschen sich füllen und bei einer Ausstreckung derselben zunächst das nöthige Wasser liefern. Durch die Bewegungen der Saugfüsschen wird also fortwährend das Wasser in den Ambulacralbläschen im steten Wechsel gehalten und durch die contractilen Elemente in den Ambulacralbläschen und in den Wassergefässkanälen, unterstützt durch das in dem ganzen Wassergefässsystem überall verbreitete Flimmerepithelium, wird für die Vertheilung des Wassers gesorgt.

Die Ambulacralfüsschen scheinen hauptsächlich die Bewegungsorgane der *Echinen* zu sein, obgleich die Stacheln ihnen dabei auch behülflich sind. Wenn man einen Seeigel mitten in eine grosse Schale mit Seewasser setzt, so bemerkt man dass das Thier sehr bald von der Mitte nach den Seitenflächen sich bewegt hat. So bald es aber den Seitenflächen sich nähert, saugt es sich mit den Saugfüsschen so fest an die Wände, dass man zuweilen mit grosser Kraft das Thier erst loskriegen kann, und es ist bekannt dass die Saugfüsschen gewöhnlich eher zerreissen, als dass sie die Wände, an welchen sie sich festgesaugt haben, loslassen. Durch das sehr starke Festsaugen der Füsschen kann das Thier sich die steilsten Wände entlang bewegen, indem es wechselweise mit einem Theil seiner Füsschen sich festsaugt und dann wieder loslässt, um mit einem anderen Theil sich wieder fest zu saugen. Es scheint also dass die Thiere, wenn sie auf einem flachen Bodem gehen, beson-

Digitized by Google

ders ihre Stacheln gebrauchen; dass sie dagegen wenn sie längs vertikaler Wände sich bewegen wollen, sich ihrer Saugfüsschen bedienen. Die früheren Untersucher schrieben theilweise allein den Stacheln, theilweise allein den Saugfüsschen das Bewegungsvermögen zu.

ARISTOTELES [1] erwähnt der Stacheln als Bewegungsorgane, mit dem Worten: "Die Stacheln gebraucht der Seeigel als Füsse, denn indem er sich, auf sie sich stützend, fortstösst, bewegt er sich von einer Stelle zur andern." Ihm schliessen sich REAUMUR [2], MONRO [3] und AGASSIZ [4] an, dagegen beschreiben GONDOLPHI [5], BIANCHI [6], SPALLANZANI [7], TIEDEMANN [8], DELLE CHIAJE [9], VALENTIN [10], FORBES [11] die Saugfüsschen als die Hauptbewegungsorgane.

Bei *Spatangus purpureus* liegt der Anfangstheil des Steinkanals zwischen den beiden Platten des oberen Stützapparates eingeschaltet. Der Raum, welcher zwischen diesen beiden Platten und dem Steinkanal übrig bleibt, wird durch eine dicke, weiche, zellige, an die Seitenflachen bei den Platten angewachsene Haut ausgefüllt. Nachdem der Steinkanal nun aus diesem Raum herausgetreten ist, läuft er erst noch etwas nach hinten, biegt sich dann um den Divertikel herum und bildet hier gerade an der Umbiegungsstelle eine Anschwellung, einem Herzen ähnlich (Taf. VI. Fig. 40, 42. e.). Aus dieser Anschwellung herausgetreten, läuft er über die obere Fläche der grossen dorsalen Mesenterialplatte nach vorn, biegt an der Stelle wo die zweite Darmwindung in die

---

[1] ARISTOTELES *Thierkunde*. Kritische Text mit deut. Uebers. von Dr. H. Aubert und Fr. Wimmer I. Bd. 4 Buch 5. Cap. S. 417. 1868.

[2] REAUMER. Mémoires de l'Acad. des sciences, 1712.

[3] MONRO. Vergleichung des Baues und der Phys. der Fische, aus dem Engl. übersetzt von J. G. Schneider. S. 88.

[4] AGASSIZ. Prod. Mem. de la société des sciences nat. de Neuchâtel. Tom. I. 1835 p. 173.

[5] GONDOLPHI. Histoire de l'Acad. des sciences 1709 p. 33.

[6] BIANCHI. Commentatio instituonis Bononicus. Tom. V p. 1. Opusc. p. 236.

[7] SPALLANZANI. ROSIER Observations sur la physique. Tom. 28. 1786 p. 252.

[8] TIEDEMANN. L. c. S. 70.

[9] DELLE CHIAJE. L. c. Tom. II. S. 339.

[10] VALENTIN. L. c. S. 45.

[11] E. FORBES. L. c. S. 143.

Digitized by Google

dritte übergeht sich um, kommt nun auf die untere Fläche der grossen ventralen Mesenterialplatte, läuft wieder nach hinten (Taf. VI. Fig. 41 h.), verlässt an der Stelle wo der Oesophagus in den Magen übergeht die Mesenterialplatte, biegt sich über den Magen hin, kommt links vom Oesophagus (Taf. VI. Fig. 41, 42, 43, 44, 44a h.) und stürzt sich in den Wassergefässring aus. Der Wassergefässring bildet einen äusserst zarten, ungleichschenkelig pentagonalen Ring, welcher, wenn er nicht injicirt ist, kaum zu sehen ist. Dieser Ring liegt innerseits unmittelbar dem Nervenring an (Taf. VI. Fig. 43, 44, 44a. Taf. VIII. Fig. 68.) Rechts vom Oesophagus geht von dem Wassergefässring der Verbindungszweig mit dem Blutgefässsytem ab (Taf. VI. Fig. 41, 43, 44, 44a u.). Von dem Wassergefässring entspringen die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle, die, über die Ambulacralnerven hin verlaufend, Querzweige abgeben, welche nach den Ambulacralbläschen sich begeben. Die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle setzen sich wie bei den *Echiniden* bis zum Scheitelschilde fort. Die dicke, weiche Haut, welche nun den Raum zwischen dem Anfangstheil des Steinkanals und den beiden Platten des oberen Stützapparats ausfüllt, besteht aus einem äusserst feinen fibrillären Bindegewebe, in welchem sehr zahlreiche zellige Elemente abgelagert sind. Diese zelligen Elemente bestehen: 1. aus fein granulirten 0,008—0,010 *Mm.* grossen, kernhaltigen oder kernlosen, 2. in verschiedener Farbe pigmentirten und 3. sehr schönen beweglichen Zellen, während die freien Flächen mit langhaarigen Wimperzellen bekleidet sind.

Der Anfangstheil des Steinkanals hat ziemlich dicke Wände, besteht aus mehr festeren fibrillärem Bindegewebe, in welchem ebenfalls sehr zahlreiche so wohl farblose, als gefärbte Zellen abgelagert sind, und ist äusserlich so wohl als innerlich mit langen Wimperhaaren überzogen. Kalknetze kommen im Steinkanal nicht vor, wie auch schon Joh. Müller[1] erwähnt.

Die Anschwellung, in welche der Steinkanal bald nach seinem Austritt aus dem oberen Stützapparat übergeht, bildet ein 4—5 *Mm.* langes, 2—3 *Mm.* dickes und ungefähr ebenso breites Organ. Ich habe diesem Organ den Namen "Wassergefässherz" gegeben. Ich

[1] Joh. Müller. L. c. S. 203.

Digitized by Google

muss jedoch selbst bekennen dass der Name schlecht gewählt ist, denn wie aus der Beschreibung hervorgehen soll, wird diesem Organ wahrscheinlich wohl nicht die Bedeutung eines Herzens zukommen. Äusserlich betrachtet hat es eine dunkelblaue oder bräunliche Farbe. Ungefähr drei Viertel seines Umfanges ist von einer sehr zarten Mesenterialhaut, einer Fortsetzung der grossen dorsalen Mesenterialplatte, überkleidet. Dadurch ist die Farbe der äusseren Oberfläche nicht überall gleich; an dem nicht überdeckten Theil ist die Farbe viel deutlicher als an dem wo er durch die Mesenterialhaut bekleidet ist. Auf dem ersten Anblick giebt das Wassergefässherz also den Eindruck als ob es aus zwei verschiedenen Theilen zusammengesetzt sei; bei näherer Betrachtung bemerkt man dass es aber nur von der theilweisen Mesenterialbekleidung herrührt. Im Innern besteht das Wassergefässherz aus einem äusserst zartem Stroma, in dessen Maschen Zellen abgelagert sind (Taf. X. Fig. 82). Das Stroma ist aus feinen fibrillären Fasern aufgebaut; die Zellen bilden kleine, theils fein granulirte, theils pigmentirte Zellen; die letzteren kommen in grösserer Zahl als die ersteren vor. Beide Arten von Zellen stimmen vollkommen mit denen, welche man auch in den Blut- und Wassergefässen antrifft, überein. Muskelfasern habe ich nicht beobachten können. Das Organ hat also mehr Ähnlichkeit mit einer Drüse als mit einem Herzen; vielleicht wird der Namen Wassergefässdrüse besser sein.

Die Bedeutung dieses eigenthümlichen Organes ist mir durchaus unbekannt. Weder bei den *Holothurien* noch bei den *Echiniden* kommt ein ähnliches Organ vor. Der äusseren Form nach, kommt es am meisten mit dem Blutgefässherzen der *Echiniden* überein, weicht aber der histologischen Structur nach bedeutend von diesem ab.

Aus dieser Anschwellung entspringt nun wieder der Steinkanal. Bis zur Einmündungsstelle in den Wassergefässring bildet der Steinkanal eine ziemlich dicke, wellenförmig verlaufende Röhre, welche äusserlich so wohl als innerlich mit einer lange Wimperhaare tragenden Haut überkleidet ist. Beide Wimperhäute werden von einander durch die eigentliche Wand des Steinkanals getrennt. Diese Wand besteht ebenfalls aus sehr feinem reticulärem Bindegewebe, in dessen Maschen zahlreiche, zellige Elemente abgelagert sind. Auch im Steinkanal habe ich keine Muskelfasern auffinden können.

Digitized by Google

Nach dem Oesophagus hin wird der Steinkanal enger und mündet, wie schon angegeben, in den Wassergefässring aus.

Der pentagonale Wassergefässring, die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle und die von ihnen nach den Ambulacralporen abgehenden Querästchen bilden alle sehr dünne, zarte Röhren, welche nicht injicirt mit dem blossen Auge kaum sichtbar sind. Milne Edwards hat sie mit den Nervenstämmen verwechselt, und wenn man sich nicht erst an injicirten Praeparaten von ihrem Vorkommen überzeugt hat, kann man sich von ihrem Verlauf und ihrem Verhältniss zu den Nervenfasern keine Rechenschaft geben. Hat man aber einmal die injicirten Praeparate gut studirt, dann ist es sehr leicht sie an nicht injicirten zurück zu finden. Die ambulacralen Wassergefässkanäle verlaufen in wellenförmigen Linien über die Nerven, ebenso die von ihnen abgehenden Querästchen. Der Wassergefässring, die ambulacralen Wassergefässkanäle und die Querästchen bestehen alle aus einer äusseren und inneren Wimperhaut, von einander durch eine zarte, fibrilläre Haut getrennt. Muskelfasern habe ich in diesen Gefässen nur höchst sparsam angetroffen. Hakenförmige Kalkkörperchen wie diese zo zahlreich in den Wassergefässkanälen der *Echinen* angetroffen werden, fehlen den Spatangen.

Die Ambulacralbläschen der *Spatangen* stimmen nicht wie bei den *Echiniden* an allen Stellen mit einander im Bau überein, sondern zeigen an verschiedenen Orten bedeutende Unterschiede. Poli'sche Blasen kommen bei den *Spatangen* nicht vor. Die Ambulacralbläschen am Munde bilden ziemlich grosse, birnförmige Behälter. Sie sind im frischen Zustand gewöhnlich prall mit Flüssigkeit angefüllt.

Mikroskopisch bestehen sie aus einer äusseren und inneren Wimperhaut mit sehr langen Haaren, von einander durch eine wellenförmige Bindegewebsschicht, derer Fasern einen transversalen Verlauf haben, geschieden. Ausserdem begegnet man auch einigen Muskelfasern, welche ebenfalls in transversaler Richtung verlaufen. Diese Muskelfasern bilden jedoch keine continuirliche Schicht, sondern kommen nur zerstreut vor. Die Ambulacralbläschen des vorderen Ambulacralfeldes haben ebenfalls eine birnförmige Gestalt, sind jedoch bedeutend kleiner. Sie zeigen dieselbe histologische Structur

Digitized by Google

wie die am Munde, nur sind die Muskelfasern noch spärlicher als in diesen vertreten.

Die Ambulacralbläschen der Ambulacra petaloidea sind ungefähr ebenso gross wie die des Mundes. Sie unterscheiden sich von diesen dadurch dass sie in die Quere gefaltet sind. Dadurch wird natürlich die Flächenausbreitung bedeutend vergrössert. Sie zeigen dieselbe histologische Structur wie die vorigen, nur ist hier auch wieder, wie am Munde, die Muskelfaserschicht etwas stärker entwickelt. Kalkkörperchen kommen in den Ambulacralbläschen auch nicht vor. Das von Delle Chiaje [1] und Krohn [2] auch bei den *Spatangen* beschriebene Gefässnetz habe ich hier ebenfalls vergeblich gesucht. In den Bahnen des Wassergefässsystemes findet man, wie bei den *Echinen*, Seewasser, in welchem dieselben zelligen Elemente, wie man sie in den Blutgefässen antrifft, vorkommen. Auffallend ist es aber, dass man in den Ambulacralbläschen des Mundes den pigmentirten und den pigmentlosen Zellen, ungefähr in gleicher Zahl gemischt, begegnet, während man in denen der Ambulacra petaloidea die farblosen Zellen in viel grosser Zahl als die Pigmentirten antrifft.

Der Verbindungszweig zwischen Wasser- und Blutgefässsystem, welcher aus dem pentagonalen Wassergefässring entspringend links vom Oesophagus verläuft und in das Magengefäss sich ausstürtzt, nimmt seinen Weg über die kleine, ventrale Mesenterialplatte in der unmittelbaren Nähe des medialen Randes des unteren Stützapparates. Eigentlich läuft er nicht über, sondern in dieser Platte, eben wie das Bauchgefäss in der grossen ventralen Mesenterialplatte. Der Verbindungszweig stimmt im Bau mit dem der Gefässe überein. Ein inneres Wimperepithelium habe ich in dem Verbindungszweig wie in den Gefässen vermisst.

Die ins Innere der Körperhöhle bogenförmig vorspringenden Ambulacralbläschen gehen in die an der äusseren Oberfläche der Schale gelegenen Füsschen über. Wie die Structur der Ambulacralbläschen, so wechselt auch die der Füsschen bei den Spatangen.

Wie wir schon bei der Beschreibung der Schale angegeben ha-

---

[1] Delle Chiaje. L. c. S. 338.

[2] Krohn. L. c. S. 5.

Digitized by Google

ben, kommt in jedem Ambulacralplättchen der Mundgegend nur eine Öffnung vor; wir finden also dass am Munde ein Füsschen nur einem Ambulacralbläschen entsprecht. Dasselbe Verhältniss finden wir für das ganze erste oder vordere Ambulacralfeld. Hier kommt auch in jedem Plättchen nur eine Öffnung vor. Die vier übrigen Ambulacralfelder zeigen uns an den Seitenflächen dasselbe; an der Rückenfläche dagegen, an den Ambulacra petaloidea, kommt in jedem Ambulacralplättchen ein Porenpaar vor, und hier stehen also mit jedem Ambulacralbläschen zwei Füsschen in Zusammenhang.

Joh. Müller[1] unterscheidet bei den *Spatangen* dreierlei Art von Füsschen: 1. Tastfüsschen, 2. einfache locomotive Füsschen, 3. kiemenartige Füsschen (Ambulacralkiemen). Die ersteren kommen nach ihm in der Umgebung des Mundes, die letzteren an den Ambulacra petaloidea, die einfach locomotiven Füsschen an den übrigen Schalentheilen vor.

Meine Untersuchungen stimmen im Allgemeinen mit denen von Joh. Müller überein. Die Ambulacralfüsschen am Munde bilden die Tastfüsschen. Diese Füsschen bestehen aus dem hohlen Stamm und dem verbreiterten (geschlossenen) Ende. Der Stamm besteht aus einer äusseren transversalen und einer inneren longitudinalen Bindegewebsschicht, aus sehr stark wellenförmig verlaufenden Fibrillen zusammengesetzt. Äusserlich und innerlich ist der Stamm mit langen Wimperhaaren bekleidet. Muskelfasern fehlen den Tastfüsschen. Das verbreiterte Ende erhält eine pinselförmige Gestalt (Taf. X. Fig. 89) durch zahlreiche feine Ranken welche den Endflächen aufsitzen.

Jede dieser Ranken besteht aus einem Kalkstab, welcher mit einer dreieckigen Basis dem verbreiterten Ende des Füsschens aufsitzt, und ist von einer äusserst zarten Bindewebshaut umgeben, welche in die des Füsschens übergeht. In dieser Bindewebshaut sind zahlreiche Pigmentzellen abgelagert und äusserlich ist sie von einem Wimperepithelium überzogen (Taf. X. Fig. 90). An dem übrigen Theil der Bauchfläche und an den Seitenflächen der Schale

[1] Joh. Müller. Über den Bau der Echinodermen. Berl. Abhandl. 1853. Dessen Archiv, 1853.

Digitized by Google

kommen die einfachen locomotiven Füsschen vor. Diese Füsschen unterscheiden sich von denen der *Echinen* dadurch dass ihnen, wie Joh. Müller auch schon erwähnt, eine Saugscheibe fehlt.

In ihrer histologischen Structur stimmen sie ziemlich mit denen der *Echiniden* überein. Von aussen nach innen kann man an diesen Füsschen die folgenden Schichten unterscheiden: 1. eine äussere Wimperhaut, 2. eine stark wellenförmig verlaufende transversale, 3. eine ähnliche longitudinale Bindegewebschicht, 4. eine longitudinale Muskelfaserhaut, und 5. eine innere Wimperhaut. In den Bindegewebshäuten kommen zahlreiche Pigmentzellen und Körnchen vor. Die Muskelfasern sind 0,005—0,006 *Mm.* breit und bestehen nicht wie bei den *Echiniden* aus verschiedenen Schichten, sondern nur aus einer. Transversale Muskelfasern kommen auch hier nicht vor. Das blindgeschlossene Ende dieser locomotiven Füsschen zeichnet sich durch nichts Besonderes aus.

An den Ambulacra petaloidea begegnen wir endlich den von Joh. Müller als kiemenartige Füsschen oder Ambulacralkiemen bezeichneten Füsschen. Und wirklich haben diese Füsschen einige Ähnlichkeit mit Kiemen. Man kann an ihnen den Stamm und das kiemenartig ausgebreitete Ende unterscheiden. Der Stamm stimmt im Bau fast vollkommen mit den einfachen locomotiven Füsschen überein; nur in so weit weicht er von diesen ab, dass die Muskelfaserschicht im Stamme dieser Füsschen noch spärlicher vertreten ist als in den locomotiven Füsschen.

An der Stelle wo der Stamm in die kiemenartige Ausbreitung übergeht, scheinen sich die Muskelfasern zu verlieren. Die kiemenartige Ausbreitung (Taf. X. Fig. 88) besteht nur aus einer äusserst zarten transversalen und longitudinalen Bindegewebsschicht, aussen und innen mit einer Wimperhaut überzogen. Die Muskelfasern des Stammes scheinen in die Bindegewebshäute der kiemenartigen Endausbreitung über zu gehen.

Wir haben endlich noch eine vierte Art von Füsschen zu erwähnen, auf welche Joh. Müller keine Rücksicht genommen zu haben scheint; ich meine auf die Füsschen des vorderen Ambulacralfeldes.

Wie schon öfter bemerkt ist kommt in jedem Plättchen des vorderen Ambulacralfeldes nur eine Öffnung vor und sind auch die Ambulacralbläschen dieses Feldes rudimentär entwickelt. Mit diesen.

Digitized by Google

rudimentären Ambulacralbläschen stehen nun auch rudimentäre Füsschen in Zusammenhang.

Diese Füsschen bestehen einfach aus einem blind geschlossenen Schlauch, welcher ebenfalls aus einer longitudinalen und transversalen Bindegewebschicht — aussen und innen mit einer Wimperhaut bekleidet — aufgebaut ist.

Wenn wir nun die Füsschen der *Echiniden* mit denen der *Spatangen* vergleichen, so fallen uns die grossen Unterschiede zwischen beiden sogleich auf. Das Charakteristische was die Füsschen der *Echinen* kennzeichnet ist die Saugscheibe, mit welcher sie sich festsaugen können und welche ihnen ein kräftiges Hülfsmittel für ihre Bewegungen ist. Den Füsschen der *Spatangen* fehlt eine Saugscheibe überhaupt. Ausserdem sind alle Füsschen der *Echiniden* gleich gebaut, während die der *Spatangen*, wie wir gesehen haben, an verschiedenen Stellen bedeutende Unterschiede zeigen. Die Füsschen der *Spatangen* werden also zur Locomotion nur sehr wenig beitragen können, und die Stacheln werden für sie wohl das Hauptmittel der Bewegungen sein.

Wenn der Ausspruch einiger Autoren wahr wäre, dass die Stacheln der *Echiniden* durchaus nichts zur Locomotion beitragen können, sondern dass die Saugfüsschen diese Rolle ganz übernehmen müssen, wie sollte die Locomotion denn bei den *Spatangen* vor sich gehen, welchen die Saugfüsschen vollkommen fehlen? Ich glaube dass auch schon dadurch diese Angabe theilweise wiederlegt wird.

Die Locomotion der *Spatangen* ist aber sehr gering, und wenn man sie in einem Wasserglase beobachten will, hat man viel geduld nöthig, während dagegen bei den *Echiniden* die Locomotion sehr deutlich ist. Dass sie aber das Vermögen haben müssen über den Boden des Meeres fort zu kriechen, ist wohl nicht zweifelhaft, wie bei der Lebensweise dieser Thiere näher erörtert werden soll.

Über den Zusammenhang von Blut- und Wassergefässsystem.

Wir kommen jetzt zu einer der schwierigsten Aufgaben in der Anatomie der *Echinodermen* im Allgemeinen und hier besonders

Digitized by Google

der *Echinoiden*, nähmlich zu der Frage: Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Blut- und dem Wassergefässsystem, und, wenn er vorkommt, wie findet er statt? An diese Frage reiht sich zugleich eine Zweite an: Wie kommt das Seewasser von Aussen in das Innere der Körperhöhle?

Delle Chiaje's [1] bekannte, übrigens auf Verwechselung beruhende Vermuthung, dass ein Zusammenhang zwischen dem Blut- und Wassergefässsystem statt finden sollte, hatte Williams [2] durch das Vorkommen von denselben Formelementen in beiden Gefässsystemen zu beweisen versucht. Tiedemann [3] hält fest, dass das Blut- und Wassergefässsystem nicht mit einander communicirt. Joh. Müller [4] schliesst, ohne jedoch bestimmte Gründe dafür anzuführen, sich Tiedemann an. Milne Edwards [5] stimmt denjenigen Autoren bei, welche den Zusammenhang von Blut- und Wassergefässsystem behaupten. Häckel [6] hat bei *Ophiolepis* in den Wassergefässkanälen rothe Blutkörperchen gefunden, und sagt dass bei dieser *Ophiure* beide Arten von Gefässen demselben Systeme angehören. Auch Kowalevsky [7] fand im Wassergefässsystem Blutkörperchen. Semper [8] glaubt ebenfalls dass ein Zusammenhang des Wassergefasssystemes mit den Bahnen des Blutes besteht und stützt seine Meinung nicht auf das Vorkommen von Blutkörperchen in den Wassergefässen, sondern darauf "dass in beiden Arten von Gefässen durchaus die gleichen zelligen Elemente vorhanden sind." Durch directe Injectionen hat er aber den Zusammenhang nicht nachweisen können. Er giebt jedoch an: "dass er einige Male offne Blutgefässmündungen in dem dorsalen Geflecht, welcher am Geschlechtssinus der *Aspidochirota* verläuft, zu sehen glaubte."

Wie schon bei der Beschreibung des Wassergefässsystemes hervorgehoben ist, kommen auch bei den *Echinen* in den Ambulacral-

---

[1] Delle Chiaje. L. c. S 340.

[2] Williams. Philos. Transact. 1852. S. 605.

[3] Tiedemann. L. c. S. 84.

[4] Joh. Müller. Anatomische Studien über die Echinodermen. Archiv. f. Anat. und Phys. 1850. S. 117. Abhandl. der Berl. Acad. der Wisschenschaft. 1853. S. 123.

[5] Milne Edwards Leçons d'anat. comp. Tom. III. S. 292. 1858.

[6] Häckel. Gener. Morphol. der Organism. 1866. T. II. S. LXIII.

[7] Kowalevsky. Entwickelungsgeschichte der Holothurien. S. 5.

[8] Semper. L. c. S. 136.

Digitized by Google

bläschen dieselbe zelligen Elemente vor, wie sie in den Blutgefässsen gefunden werden. Bei den *Spatangen* fällt dieses durch die zahlreichen Pigmentzellen, welche man in den beiden Gefässsystemen antrifft besonders auf, und dadurch wurde auch bei mir die Vermuthung auf einem Zusammenhang beider Gefässsysteme erregt.

In Nizza habe ich bei frischen *Echinen* durch die Madreporenplatte directe Injectionen zu machen versucht und mich bestrebt von den Wassergefässkanälen aus in die Bahnen des Blutes zu kommen. Bei gut gelungenen Injectionen (welche mir aber nur höchst selten vorgekommen sind) waren die Ambulacralbläschen, die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle, die Poli'schen Blasen und der Ringkanal nicht allein mit der gefärbten Masse strotzend gefüllt, sondern die Injectionsflüssigkeit war auch theilweise in den Theil der Darmvene gedrungen, welcher am Anfang des Nahrungskanals, also in der nächsten Umgebung der Poli'schen Blasen, gelegen ist. Leider kann ich jedoch nicht angeben, auf welche Art und an welcher Stelle der Zusammenhang zwischen den beiden Systemen statt findet und muss mich nur auf die oben beschriebenen Mittheilung beziehen. Ich glaube jedoch dass in der Umgebung der Ringkanäle des Blut- und Wassergefässsystemes dieser Zusammenhang zu suchen ist, da gerade im Anfangstheil des Nahrungskanals die Darmvene und das aus ihr entspringende Lakunensystem am meisten gefüllt war. Ungeachtet der grössten Mühe den directen Nachweis des Zusammenhanges an diesem Orte liefern zu können, ist dieses mir nicht gelungen. Die Poli'schen Blasen waren gewöhnlich, bei gut gelungenen Injectionen, so strotzend mit der gefärbten Masse gefüllt, dass sie auch bei der vorsichtigsten Praeparation platzten und ihren Inhalt in die Umgebung ausgossen, so dass es nicht möglich war genau den Weg, welchen die Injectionsmasse genommen, aufzufinden. Meine Versuche um von den Blutgefässen aus in die Bahnen des Wassergefässsystemes zu kommen, sind alle fehlgeschlagen. *Spatangen* standen mir in Nizza nicht zu Gebot; man sagte mir dass man diese nur im Sommer bei sehr niedriger See bekommen könnte.

So kehrte ich also in der peinlichen Lage aus Nizza zurück, die wichtige Frage über den Zusammenhang beider Systeme nur halb gelöst zu haben. So lange eben der Weg nicht gefunden war,

Digitized by Google

welcher beide Systeme mit einander verbindet, blieb obgleich nicht wahrscheinlich, immer doch die Möglichkeit überig, dass die Injectionsflüssigkeit aus den strotzend gefüllten Wassergefässen auf künstliche Weise in die Bahnen des Blutes gedrungen war.

An der Küste der Nordsee habe ich an den *Spatangen* meine Untersuchungen weiter fortgesetzt. Die Darwin'sche Theorie giebt den Wahrscheinlichkeitsschluss an die Hand, dass die *Holothurien* aus den *Echiniden* enstanden sind. Complicertere Bildungen bei jenen, müssen bei diesen in Allgemeinen in einfacher Gestalt erscheinen.

Es liess sich also erwarten, dass die schwierige Frage des Zusammenhanges von Blut- und Wassergefässystem bei den *Spatangen* leichter zu lösen sein würde als bei den höher entwickelten *Holothurien*. Es ist mir dann auch gelungen bei den *Spatangen* den Zusammenhang beider Systeme auf das bestimmteste nachweisen und den Weg, welche die beiden Gefässsysteme mit einander verbindet, so zu sagen mit dem Finger anzeigen zu können.

Wenn man bei *Spatangus purpureus* von dem Bauchgefäss aus eine Injection macht, läuft die Flüssigkeit in das Magengefäss, und von diesem in den aus dem Magengefäss entspringenden Verbindungszweig (Taf. VI. Fig. 41, 42, 43, 44, 44ª u.). Von dem Verbindungszweig, welcher in den ungleichschenkeligen pentagonalen Wassergefässring einmündet, dringt die Injectionsflüssigkeit in den Wassergefässring (Taf. VI. Fig. 43, 44, 44ª). Von dem Wassergefässring läuft nun die Masse einerseits in das Wassergefäss (Steinkanal) (Taf. VI. Fig. 43, 44, 44ª h.) andererseits in die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle, (dieselbe Figuren b.) in die von diesen abgehenden Querästchen, und bei sehr vollständigen Injectionen findet man die Injectionsflüssigkeit bis in die Ambulacralbläschen vorgedrungen. Wiederholte Male habe ich dasselbe Resultat bekommen. Für diese Versuche muss man sich aber ganz frischer Thiere bedienen.

Ich glaube dass hiermit die Frage über den Zusammenhang zwischen dem Blut- und Wassergefässsystem hinreichend gelöst is, und dass bei den *Spatangen* wenigstens darüber wohl kein Zweifel mehr überig bleibt. Wir müssen nur noch einmal auf die Mittheilungen von MILNE EDWARDS [1] zurück kommen. Sprechend über den

[1] MILNE EDWARDS. Leçons sur la physiol. et l'anatomie comp. Tom. III. P. 297. 1858.

Digitized by Google

Zusammenhang zwischen dem Blut- mit dem Wassergefässsystem, sagt dieser Beobachter darüber das Folgende: Le système vasculaire viscéral est moins bien connu. Chez les *Spatangues*, un coeur constitué par un gros vaisseau fusiforme à parois charnues (das gewundene Organ) est logé dans le mésentère, près de la portion antérieure du tube digestif. Je n'ai pu bien distinguer le mode de terminaison de son extrémité postérieure; mais en avant et à gauche, il se prolonge en une artère mésentérique qui, apres avoir suivi pendant quelque temps le bord interne de l'intestin, (das Bauchgefäss) et y avoir formé un coude abrupt d'où partent des artères intestinales, se divise en deux branches dont l'une descendante va au côté gauche de la bouche, (der Verbindungszweig) et m'a paru s'y anastomoser avec l'anneau vasculaire deja mentionné; l'autre, ascendante, se porte en avant, puis en haut, et va se terminer au point de réunion des vaisseaux ambulacraires, près des pores génitaux. (Nach der Abbildung zu urtheilen versteht Milne Edwards unter diesem Zweig das Gefäss, welches um den Divertikel herumläuft, also in der Nähe der Madreporenplatte sich befindet und von ihm nur unvollständig injicirt gesehen ist). Un autre vaisseau qui occupe le bord opposé de la portion antérieure du tube digestif, et qui correspond à la veine intestinale des *Holothuries* (der Steinkanal), m'a semblé déboucher aussi dans l'anneau vasculaire circumbuccal, et je suis porté à croire qu'il communique du côté opposé avec l'extrémité postérieure du coeur.

Den Verbindungszweig (la branche au côté gauche de la bouche) hat Milne Edwards also schon gesehen. In der Abbildung von *Spatangus purpureus*, von ihm in Cuvier's Règne animal, Zoophytes, Planche XI bis, gegeben, lässt er diesen Zweig auch wirklich in den von ihm s. g. "anneau vasculaire circumbuccal" übergehen. Was er aber unter dem Namen "anneau vasculaire circumbuccal" abgebildet hat, ist das ungleichschenkelige Nervenpentagon, während ihm der dem Nervenpentagon medianwärts und unmittelbar anliegende pentagonale Wassergefässring, in welchen der Verbindungszweig ausmündet, vollkommen unbekannt geblieben ist.

Wir sehen also dass Milne Edwards Mittheilungen nur theilweise richtig sind.

Obgleich ich nun bei den *Echiniden*, wie schon bemerkt, den

Digitized by Google

Weg, welcher Blut- und Wassergefässsystem mit einander verbindet, nicht direct gesehen, sondern nur aus dem Befunde, dass die von dem Steinkanal aus injicirte Flüssigkeit in die Bahnen des Blutgefässsystemes (Darmvene) gedrungen war, den Schluss gezogen habe, dass beide Systeme höchst wahrscheinlich mit einander zusammenhangen, so glaube ich doch, dass auch bei den *Echiniden*, nachdem der directe Beweis für die *Spatangen* geliefert ist, kein Zweifel mehr an dem Zusammenhang beider Systeme überig bleibt, und also für die ganze Klasse der *Echinoiden*, ja höchst wahrscheinlich für die *Echinodermen* im Allgemeinen, der Beweis des Zusammenhanges beider Systeme gegeben ist.

Wir wollen uns jedoch für diesen Augenblick nur auf den *Echinoiden* beschränken. Durch den Zusammenhang der Wassergefässe mit den Bahnen des Blutgefässsystemes kommt dem Wassergefässsystem nicht allein die Bedeutung eines Locomotions-, sondern auch die eines Excretionsapparats zu. Die Thiere werden das Vermögen haben, durch Vermittelung des Wassergefässsystemes Seewasser in ihre Blutgefässe auf zu nehmen, zugleich aber auch längs derselben Wege einen Theil der Blutflüssigkeit wieder aus zu treiben. Durch diese Bedeutung als excretorischer Apparat, schliesst sich das Wassergefässsystem der *Echinoiden* höchst wahrscheinlich dem Excretionsorganen der Mollusken an. Denn auch hier bilden diese Organe Kanäle, die, mit einer äusseren Öffnung beginnend, auf kürzerem oder längerem Wege in die Leibeshöhle (Pericaldialsinus) ausmünden. Ich meine die Bojanus'sche Drüse der Lamellibranchiaten, die schwammigen Anhänge der Hohlvene der *Cephalopoden*, und die Nieren der *Cephalophoren*, durch welche diesen Thiere ebenfalls die Gelegenheit eröffnet ist Wasser in ihre Blutgefässe auf zunehmen, respective Blut auszutreiben, nur mit dem Unterschiede, dass ihn bei den *Echinoiden* durch ihre niederige Bildung nicht die hohe Bedeutung als bei den *Mollusken* zukommt.

Auch noch in einem zweiten Punkt stimmen in dieser Beziehung die *Mollusken* mit den *Echinoiden* überein. Es ist bekannt, dass die Madreporenplatte, der Anfangstheil des Wassergefässsystemes, entweder in Verwachsung mit einem oder mit mehreren Genitaltäfelchen auftritt (Echiniden), oder dass eins der Genitalplättchen seine

Digitized by Google

Bedeutung als solches vollkommen verloren hat und sich ganz in die Madreporenplatte umgebildet hat; dass also die Wege, durch welche die Geschlechtsproducte das Leibesinnere verlassen, in unmittelbar Nähe von dem gelegen ist durch welchen das Seewasser in die Wassergefäskanäle kommt. Bei den *Mollusken* finden wir eine ähnliche Einrichtung. Bei den *Lamellibranchiaten* ist die eine Öffnung des Excretionsorgans entweder in der Nähe der Geschlechtsöffnung gelegen, oder mit dieser gemeinsam, oder endlich die Geschlechtsorgane öffnen sich in das Excretionsorgan. Auch bei den *Cephalopoden* und *Cephalophoren* ist die eine Öffnung des Excretionsapparates in der Nähe des Ausführungsganges der Geschlechtsproducte gelegen.

Nicht weniger aber schliessen sich durch die Bedeutung des Wassergefässsystemes als Excretionsapparat die *Echinoiden* an die Würmer an. Schon HÄCKEL [1] sagt: "Dagegen zeigen die *Echinodermen* sehr wichtige und innige bisher aber meistens gänzlich übersehene Verwandtschaftsbeziehungen zu den Würmern, von denen einige, wie *Nemertinen*, *Sipunculiden*, denselben eigenthümlichen successiven Generationswechsel und die meisten ein ähnliches Wassergefässsystem besitzen. Zwar fungirt dies bei den Würmern nicht als ambulacraler, sondern als excretorischer Apparat, ist aber höchstwahrscheinlich dem der *Echinodermen* wirklich homolog. Durch die Bedeutung des Wassergefässsystemes zugleich als die eines excretorischen Apparates, schliessen also die *Echinoiden* sich noch näher den Würmern an.

Wir kommen jetzt auf die zweite Frage: Wie kommt das Seewasser in das Leibesinnere? TIEDEMANN hat die Frage dahin zu lösen versucht, dass er die Endbläschen der Mundkiemen als offen beschrieb, und darin für die Thiere eine Gelegenheit zu Erneuerung des Seewassers zu sehen glaubte. VALENTIN entdeckte den Fehler TIEDEMANN'S und beschrieb, wie auch wirklich der Fall ist, die Endbläschen als geschlossen.

AGASSIZ [2] meinte die Sache folgendermaassen erklären zu können. Er sagt: "Entre les plaques des aires ambulacraires, on remarque

---

[1] HÄCKEL. L. s. S. LXIII. Tom. II.

[2] L. AGASSIZ. Comptes rendus. 1846. S. 681.

Digitized by Google

à l'intérieur des pores ambulacraires, sous un grossissement de cinq à six diamètres, de très-petits pores rangés en séries régulières auxquelles correspondent, à l'intérieur, des tubes membraneux, retractiles comme les suçoirs et terminés par des ampoules perforées.

Ces pores et ces tubes sont surtout nombreux dans les aires ambulacraires et vers la périphérie. Quand ils sont très étendus, leur extrémité déborde les soies du test. Leur nombre est immense, surtout le pourtour du disque. Leur nature tubuleuse ne permet point de les confondre avec les pedicellaires, et le fait qu'ils débouchent à l'intérieur exclut tout rapprochement avec elles.

C'est par ces milles bouches, qui correspondent aux pores en séries des Actinies, que la cavité du corps se remplit d'eau et se vide.

Il y a donc chez les Oursins, comme chez les Astéries, deux systèmes aquifères correspondents, l'un circonscrit et se remplissant par le plaque madreporique, l'autre à nombreuses ouvertures éparses sur tout le corps, et remplissant la cavité générale du corps."

Was Agassiz unter dem Namen "par ces mille bouches" versteht, weiss ich nicht. Etwas diesen Poren Ähnliches habe ich nie gesehen und Keiner der anderen Beobachter giebt darüber auch etwas an. Diese Mittheilung von Agassiz ist jedenfalls fehlerhaft. Ich glaube dass die Frage durch eine, aus der Lebensart dieser Thiere hervorgehende viel einfachere Weise zu lösen ist. Wir haben gesehen dass die Madreporenplatte, der Anfangstheil des Steinkanals, durch ihren porösen Bau Seewasser in die Wassergefässe ein- respective austreten lassen kann. Die Madreporenplatte aber ist ziemlich gross; bei Cidaris ist sie 3—3½ *Mm.* lang, und eben so breit; bei den *Echiniden* 3—3½ *Mm.* lang, breit 3—3½ bei den *Spatangen* selbst lang 4—4½ und breit 4—4½ *Mm.* Der Quadratraum der Madreporenplatte beträgt also durchschnittlich 10—16 *Mm.* Dagegen ist der Steinkanal nur eine sehr dünne Röhre, derer Diameter, bei den verschiedenen Gattungen im Mittel genommen, höchstens 1 *Mm.* erreicht. An der Madreporenplatte bleibt also der grösste Theil frei, von welchem der Steinkanal nicht enspringt. Durch diesen freien Theil kann also die Ein-, respective Ausströmung von Seewasser in die Körperhöhle statt finden.

Wo ist aber die bewegende Kraft? Wir wissen dass alle Organe der Leibeshöhle mit einem Wimperepithelium bekleidet sind. Hier-

Digitized by Google

durch ist für eine fortwährende Bewegung des Wassers im Leibesinnern gesorgt; dass jedoch dadurch auch eine Austauschung von Seewasser durch die Madreporenplatte Statt finden kann, ist wohl nicht wahrscheinlich. Wir müssen also die Ursache irgendwo anders suchen.

Es ist bekannt das beim lebenden Thiere die Ambulacralbläschen und die ambulacralen Wassergefässkanäle gewöhnlich prall gefüllt sind. Wenn das Thier seine Saugfüsschen erigirt, geht ein Theil der Flüssigkeit aus den Ambulacralbläschen in die Saugfüsschen über. Was folgt daraus? So bald das Wasser aus den Ambulacralbläschen in die Ambulacralfüsschen einströmt, wird der Druck im Wassergefässsystem geringer werden und nicht mehr im Gleichgewicht mit dem umringenden Seewasser sein, denn es hat einen Theil seines Inhalts den Saugfüsschen abgegeben. Das Wasser im Leibesinnern kommt ebenfalls unter einen geringeren Druck, denn die Ambulacralbläschen haben an Ausdehnung verloren.

Das Gleischgewicht ist gestört, und in das Wassergefässsystem und Leibesinnere muss so viel Flüssigkeit einströmen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist und der Druck im Wassergefässsystem und im Leibesinnern mit dem der Aussenwelt übereinstimmt.

Für das Wassergefässsystem giebts zwei Wege um den Druck aus zu gleichen: Einströmen von Seewasser von aussen durch die Madreporenplatte; Einströmen von Blut aus den Blutgefässen durch den Verbindungszweig beider Systeme. Für das Wasser der Körperhöhle ist nur ein Weg da: Einströmen von Seewasser durch die Madreporenplatte.

Wenn also die Saugfüsschen sich ausstrecken, wird das Gleichgewicht im Wassergefässsystem und im Leibesinnern gestört. Das Gleichgewicht muss hergestellt, der Druck im Wassergefässsystem und im Leibesinnern muss mit dem der Aussenwelt aequivaliren. In das Wassergefässsystem strömt entweder so viel Seewasser von aussen, oder Blut aus den Blutgefässen, oder beide zugleich, in die Körperhöhle so viel Seewasser von aussen ein, bis der Druck ausgeglichen ist.

Hier haben wir also eine Einströmung.

Wenn sich die Saugfüsschen einziehen, geht das in ihnen enthaltene Seewasser in die Ambulacralbläschen zurück. Die Ambulacralbläschen kommen unter einem höheren Druck als dem des umringenden See-

Digitized by Google

wassers. Der erhöhte Druck pflanzt sich auf das im Leibesinnern angesammelte Seewasser fort, das Gleichgewicht ist wieder gestört. Aus den Wassergefässen fliesst so viel Wasser, entweder durch die Madreporenplatte nach aussen, oder durch den Verbindungsgang in die Blutgefässe zurück, aus dem Leibesinnern strömt so viel Wasser durch die Madreporenplatte nach aussen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Hier findet also Ausströmung statt.

Die Ambulacralfüsschen machen wirklich in doppelter Beziehung auf den ihnen gegebenen Namen von Saugfüsschen Anspruch, denn erstens können die Thiere sich damit festsaugen, zweitens wirken die Saugfüsschen, so zu sagen als Saugpumpen. Wenn sie sich ausdehnen wird Wasser eingesaugt, wenn sie sich contrahiren, wird Wasser ausgetrieben.

Durch die Bewegung der Saugfüsschen wird nicht allein eine Austauschung des Seewassers in dem Wassergefässsystem und in dem Leibesinnern möglich, sondern zugleich für eine stäte Mischung von dem Blut mit dem in den Wassergefässen enthaltenen Seewasser gesorgt. Bei jeder Erection der Saugfüsschen wird einem Theil des Blutes Gelegenheit gegeben sich mit dem Seewasser zu vermischen, und zugleich sich zu oxydiren, denn die Wände des Wassergefässsystemes sind überall, äusserlich so wohl als innerlich, in Berührung mit Seewasser, und die Bekleidung der Wände mit langen Wimperhaaren sorgt für einen stäten Wasserwechsel.

Bei jeder Contraction der Saugfüsschen wird einem Theil der in den Wassergefässkanälen enthaltenen Flüssigkeit Gelegenheit gegeben, sich mit dem Blut zu vermischen; mit dieser Flüssigkeit vermischt kommt neues oxydirtes Blut in die Gefässe zurück.

Bei der Beschreibung des Wassergefässsystemes haben wir schon darauf hingewiesen, dass man an den Ambulacralbläschen der *Echinen* eine zarte jedoch vollkommene Muskelfaserschicht, an denen der *Spatangen* nur höchst sparsam zerstreute Fasern nachweisen kann. Wir haben weiter die Vermuthung ausgesprochen dass die zarte Muskulatur der Ambulacralbläschen wohl nicht im Stande sein würde die kräftige Muskulatur der Saugfüsschen bei den *Echinen* zu überwinden, und dass die Erection der Saugfüsschen wohl direkt, nicht indirekt vor sich gehe. Wenn die Erection der Saugfüsschen durch Contraction der Ambulacralbläschen statt fand,

Digitized by Google

warum fehlt sie dann den *Spatangen?* Ich glaube die Bedeutung der in den Ambulacralbläschen vorkommenden Muskelfasern ist eine andere.

Die Saugfüsschen der *Echiniden* ziehen sich bei der leisesten Berührung sehr kräftig und schnell zurück. Kamen keine Muskelfasern in den Ambulacralbläschen vor, so wäre es sehr leicht möglich dass durch die kräftige Zusammenziehung der Saugfüsschen und das schnelle Einströmen des Seewassers, die Ambulacralbläschen durch den plötzlichen und kräftigen Shok platzten. Durch die vollkommen ausgebildete Muskelfaserschicht in den Ambulacralbläschen der *Echinen* wird das kräftige Eindringen von Wasser leichter ausgeglichen. Bei den *Spatangen* war diese Einrichtung nicht nöthig, denn ihre Ambulacralfüsschen enthalten ebenfalls nur sehr wenige contractile Elemente.

Bei den mit einem Gebiss versehenen *Echinoiden* kann vielleicht noch eine zweite Ursache zur Erneuerung des Seewassers ins Leibesinnere auftreten. Durch die Bewegung der Kausmuskeln kann, es möge denn auch nur im geringen Maass sein, die Mundhaut etwas gehoben oder gesenkt werden. Dadurch wird der innere Leibesraum etwas vergrössert oder verkleinert werden, sogleich aber wird etwas Wasser durch die Madreporenplatte ein- respective ausströmen. Bei den der Kauwerkzeuge ermangelnden *Spatangen* fällt diese Ursache zur Wassererneuerung jedoch fort, denn die Bewegung der Oberlippe kann nur in sehr geringem Maass Statt finden. Ausserdem ist, wie wir sehen werden, der Darm der *Spatangen* strotzend mit Sand gefüllt, und also keine Gelegenheit für Ein- und Ausströmen von Seewasser möglich.

Bei den *Echiniden* besteht jedoch auch noch eine dritte Möglichkeit den Druck auszugleichen, und diese kommt besonders in Betracht bei den eben erwähnten Bewegungen der Mundhaut; ich meine das Eindringen von Seewasser in den Anfangstheil des Darmtractus selbst. Wird der Druck des Seewassers in der Körperhöhle der *Echiniden* durch die Bewegungen (das Herabsenken) der Mundhaut geringer als der Aussenwelt, so kann dieser sofort durch Einströmen von Seewasser in den Darmkanal ausgeglichen werden. Die frei hervorragenden Zahnspitzen werden ringsherum durch die Mundhaut umschlossen. Bei jeder Bewegung der Zähne bewegt sich

Digitized by Google

also auch die Mundhaut und ist die Gelegenheit zur Ein- respective Ausströmung gegeben.

Dadurch entsteht für die Thiere noch ein zweiter Vortheil. Bei der Beschreibung des Darmtractus haben wir auf die zahlreichen Papillen im Oesophagus und auf ihren ausserordentlichen Reichthum an Gefässen hingewiesen, zugleich die Bemerkung gemacht, dass diesen Papillen höchst wahrscheinlich die Bedeutung von Darmkiemen zukommen werde. Durch die Bewegungen der Mundhaut ist nun die Möglichkeit wiederholter Ein- resp. Ausströmung, zugleich aber der von Darmathmung gegeben.

Ich muss endlich noch auf eine Erscheinung aufmerksam machen. Wenn man bei einem frischen *Echinus* die Mundhaut in der nächsten Umgebung der Zahnspitzen abreiszt, dann bemerkt man, dass aus dem Raum zwischen den Zahnspitzen und der eigentlichen Mundöffnung etwas Wasser herauströpfelt. Wie wir aber bei der Beschreibung der Mundhaut gesehen haben, schliesst die innere Mundhaut die Körperhöhle vollkommen von der Aussenwelt ab. Das Wasser welches also bei Reizung der Mundhaut aus dieser auströpfelt, scheint nur aus dem taschenförmigen Raum (Seite 24) zu kommen.

An die Frage über den Zusammenhang von dem Blut- mit dem Wassergefässsystem und über die Art und Weise wie das Seewasser in das Leibesinnere kommt, reiht sich endlich noch eine dritte Frage nähmlich diese: besteht auch ein Zusammenhang zwischen dem Blut- oder Wassergefässsystem mit dem im Leibesinnern angesammelten Seewasser.

Wenn man die in der Körperhöhle enthaltene Flüssigkeit eines Seeigels untersucht, so findet man darin ausser den zahlreichen Infusorien und Bacillarien, amoeboide, fein granulirte und pigmentirte Zellen, wie man sie auch in den Blut- und Wassergefässen antrifft. Bei den *Spatangen* ist die Flüssigkeit aus der Körperhöhle blass röthlich gefärbt. Diese Farbe rührt von den zahlreichen darin vorkommenden Pigmentzellen her. Neben diesen Pigmentzellen begegnet man ebenfalls amoeboiden und fein granulirten Zellen, wie sie auch im Blute vorkommen. Unwillkürlich wirft sich hier die Frage auf, wo diese zelligen Elemente herrühren.

Auf diese Frage muss ich jedoch die Antwort theilweise schuldig bleiben. Bei der Injection der Blutgefässe der *Spatangen* habe

Digitized by Google

ich niemals Stellen gesehen, wo die injicirte Masse herausgetreten war, obgleich zuweilen das ganze Blutgefässsystem strotzend sich gefüllt hatte. Eben so wenig habe ich an den Gefässen der *Echinen* etwas dergleiches gesehen. Dass amoeboide Zellen in dem Seewasser der Körperhöhle vorkommen, kann man sich durch Auswanderung erklären, ebenso das Vorkommen von Pigmentzellen, welche gewöhnlich Bewegungserscheinungen zeigen. Die überaus grosse Zahl von Pigmentzellen in der Körperflüssigkeit der *Spatangen* darf nicht auffallen, wenn man bedenkt, dass an den Blutgefässen dieser Thiere Gebilde vorkommen (S 74) welche in einer spärlichen Grundsubstanz Millionen dieser Zellen zeigen. Das Seewasser der Leibeshöhle umspült frei diese Gebilde, und daraus lässt sich leicht das zahlreiche Vorkommen dieser Zellen in der Leibesflüssigkeit herleiten. Wie aber die fein granulirten Zellen in die Körperflüssigkeit kommen, muss ich dahin gestellt lassen. Dass offne Blutgefässmündungen vorkommen sollen, glaube ich nach den gemachten Injectionen bestreiten zu dürfen; wie aber die Wassergefässe in der Umgebung der Madreporenplatte sich verhalten, ob sie geschlossen, oder mit offnen Mündungen endigen, ist mir vollkommen unbekannt geblieben.

Vergleichen wir jetzt noch einmal die Madreporenplatte und das von dieser entspringende Wassergefässsystem der *Echinoiden* mit den Excretionsorganen der Würmer. Bei einem grössen Theil der Würmer bildet der Excretionsapparat höchst wahrscheinlich den Weg durch welchen nicht allein Wasser in das Leibesinnere geführt, sondern auch die Geschlechtsproducte entfernt werden. Durch die Madreporenplatte der *Echinoiden* kann, wie wir gesehen haben, nicht alllein Ein- und Ausströmung von Seewasser in die Wassergefässe, sondern auch in die Körperhöhle Statt finden. Bei den männlichen Echinen ist die im Leibesinnern vorhandene Flüssigkeit in geschlechtsreifem Zustand mit äusserst zahlreichen Spermatozoiden gemischt, und diese werden höchstwahrscheinlich auch wohl längs desselben Wegs die Körperhöhle verlassen müssen, nähmlich durch die Madreporenplatte, denn an keinem anderen Ort der Körperoberfläche finden sich Öffnungen zum Durchtritt vor. Durch dieselbe Öffnung, durch welche Ein- und Ausströmung in die Wassergefässe, respective Körperhöhle Statt findet, muss also auch ein Theil der Ge-

Digitized by Google

schlechtsproducte das Leibesinnere verlassen. Die Homologie des Excretionsapparats der Würmer mit dem Wassergefässsysteme der *Echinoiden* wird dadurch, wenn ich so sagen darf, noch treffender.

Aufenthalt. Lebensweise.

Die *Echiniden* halten sich am liebsten an felsigen Küsten auf. Es ist bekannt in welcher ungeheuer grossen Zahl sie an der Küste des Mittelmeers vorkommen, während sie dagegen an den sandigen Küsten der Nordsee viel sparsamer sind. Schon aus der Form ihrer Zähne geht hervor, dass sie ihre Nahrung kauen. Den Darmkanal der *Echinen* findet man gewöhnlich ganz mit Überresten pflanzlicher Nahrungsstoffe angefüllt. Die Hauptnahrung scheint also aus Pflanzen und besonders aus Algen zu bestehen. Spuren von Weichthieren oder anderen grossen Thieren habe ich niemals gefunden; auch Valentin [1] läugnet ebenfalls das Vorkommen von Überresten grösserer Thiere im Darmtractus. Der Inhalt des Darmes ist dagegen überaus reich an Infusorien, besonders Infusoria ciliata. Dieselbe Arten welche man im Inhalt des Darmkanals findet, kommen auch in der Flüssigkeit der Leibeshöhle, so wie im Blut- und Wassergefässsysteme vor. Ihre Anzahl war zuweilen so gross, das sie die Untersuchung belästigten. Ausserdem ist der Inhalt des Darmes an Bacillarien und Diatomaceen sehr reich.

Die *Spatangen* kommen mehr an sandigen Küsten vor. In Nizza habe ich keinen einzigen bekommen können; nur im heissen Sommer bei sehr niedriger See sollen sie zu bekommen sein. An der Küste der Nordsee sind sie dagegen sehr zahlreich. Sie leben jedoch nicht sehr nahe, sondern ziemlich weit von der Küste entfernt.

Gewöhnlich halten sie sich ebenfalls in grosser Zahl bei einander an ausgetieften Stellen auf, und wenn die Netze der Fisscher an solchen Stellen vorbeigegangen sind, enthalten sie zuweilen mehr als hundert Individuen. Die *Spatangen* wählen sich am liebsten solche ausgetiefte Stellen, wo sich Steine angesammelt haben. Der Darmkanal dieser Thiere ist fast immer mit Sand strotzend gefüllt; mit diesem Sande sind Überreste von *Weichthieren*, *Krebsen*, *Echiniden*,

---

[1] Valentin. L. c. S. 80.

Digitized by Google

Ophiuren, *Asteriden*, *Spatangen*, selbst *Diatomaceen* etc. vermischt. Für die Aufnahme der Nahrungstoffen kommt ihnen die löffelartig ausgehöhlte Unterlippe ausgezeichnet zu Statten. Wir haben bei der Beschreibung des Darmkanals der *Spatangen* gesehen dass die Unterlippe ziemlich stark hervorragt. Wenn das Thier sich also auf dem Boden der See fortbewegt, wird so zu sagen der Sand mechanisch in den Schlund getrieben; die löffelartig ausgehöhlte Unterlippe wirkt wie eine Art Pflug. Mit dem Sande kommen also die damit vermischten Überreste von Thieren, kleine Mollusken etc., in den Darmkanal.

Aber zugleich geht aus dieser Art der Nahrungsaufnahme hervor, dass die *Spatangen*, sei es denn auch nur in geringem Maass, im Stande sein müssen, sich zu bewegen und auf dem Boden des Meeres fort zu kriechen, denn auf keine andere Weise ist Nahrungsaufnahme möglich.

Es ist wirklich merkwürdig, wie strotzend der Darm mit Sand gefüllt ist. Bei einem Thier das 267 Gramm Gewicht hatte, fand ich das folgende Verhältniss:

Schale	= 57	Gramm.	
Ovaria	= 12	„	
Seewasser	= 62	„	(aus der Leibeshöhle).
Darmkanal	= 4	„	
Inhalt	= 128	„	(des Darmkanals).
	263	„	

Wir sehen also, das bei den *Spatangen* der Inhalt des Darmkanals ungefähr die Hälfte des Gewichtes des ganzen Thieres beträgt, während der Darm selbst noch kein Sechzigstel des ganzen Thieres wiegt. Die grosse Masse Sand im Darm der *Spatangen* ist jedoch sehr lästig bei der Untersuchung; bei der leisesten Berührung, oder bei der Herausnahme der Eingeweide aus der Schale, zerreissen, durch die Schwere des Sandes, die Darmwände. Im Divertikel kommt zuweilen, obgleich äusserst selten, ebenfalls eine kleine Menge Sand vor. In dem gewundenen Organ dagegen habe ich keinen Sand gefunden.

Digitized by Google

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Taf. III. Fig. 1. Madreporenplatte von *Sphaerechinus esculentus* $^{200}/_{1}$.

2. Kalknetze und Maschen aus der Schale von *Spatangus purpureus* $^{350}/_{1}$.

3. Scheitelschild von *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.

a. Madreporenplatte.

b. b. Genitalöffnungen.

c. c. Die fünf Ocellartäfelchen.

d. Vorderes Ambulacralfeld.

e. e. Ambulacra petaloidea.

f. f. Interambulacralfelder.

4. Innere Fläche des Scheitelschildes von *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.

a. Oberer Stützapparat.

b. b. Ausführungsgänge der Genitaldrüsen.

c. c. Brückenbogen durch welche die Ausführungsgänge der Genitaldrüsen hindurch treten.

d. d. Genitaldrüsen.

d'. Vordere (weniger entwickelte) Genitaldrüse.

e. Vorderes Ambulacralfeld.

f. f. Ambulacra petaloidea.

g. g. Interambulacralfelder.

5. Untere Fläche der Schale von *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.

a. Unterlippe.

b. b. Untere Fläche der Oberlippe.

c. c. Laterale Interambulacralfelder.

c'. c'. Vordere Interambulacralfelder.

c''. Hinteres Interambulacralfeld.

d. d. Ambulacralfelder.

e. Vorderes Ambulacralfeld.

f. f. Sterna.

Digitized by Google

Taf. II. Fig. 6. Innere(obere)Fläche der Oberlippe von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.

7. Afterlücke von der inneren Fläche gesehen von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.
   a. Eigentliche Afteröffnung.
   b. Plättchen der Afterlücke.
8. Zellen der die äussere Oberfläche deckenden Haut von *Spatangus purpureus* $^{350}/_1$.
9. Muskelfaser der Gelenkwarze von *Spatangus purpureus* im frischen Zustand $^{600}/_1$.
10. Semita subanalis von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.
    a. Hinteres Interambulacralfeld.
    b. b. Sterna.
    c. c. Seitliche Interambulacralfelder.
    d. Eigentliche Afterlücke.
    e. Plättchen der Afterlücke.
    f. f. Semita subanalis.
11. Flimmerborsten der Semita subanalis von *Spatangus purpureus* $^{350}/_1$.
12. Endbläschen der Mundkiemen von *Sphaerechinus esculentus*. Geringe Vergrösserung.
13. Bindegewebe und Kalkkörperchen aus dem Stamm der Mundkiemen von *Sphaerechinus esculentus* $^{350}/_1$.
14. Kalkkörperchen aus den Endbläschen von *Sphaerechinus esculentus* $^{350}/_1$.

Taf. IV. Fig. 15. Ein einziges Endbläschen von *Sphaerechinus esculentus* $^{350}/_1$.

16. Wimperzellen aus den Endbläschen von *Sphaerechinus esculentus* $^{350}/_1$.
17. Muskelfaser eines Stachelmuskels von *Toxopneustes lividus* mit dreieckiger Basis angeheftete kleine Fäserchen nach Behandl. mit Bichrom. Pot. $^{400}/_1$.
18. Kalknetze aus dem mittleren Theil der Gebisspyramide (des Zahnstückes) $^{350}/_1$.
19. Kalknetze aus dem Theil einer Gebisspyramide (eines Zahnstückes) wo zwei Flächen an einander stossen $^{350}/_1$.
20. Residuen organischer Substanz von Zahnstücken nach Behandl. mit Salzsäure.
    a. Netze bindegewebiger Substanz ohne Kernen $^{350}/_1$.
    b. Ein Häufchen kleiner Zellen und Kerne nach Behandl. mit HCl. zurückgeblieben $^{350}/_1$.
    c. Netze bindegewebiger Substanz mit Kernen $^{350}/_1$.

Digitized by Google

Taf. IV. Fig. 21. Zellen von der Drüsenschicht aus dem hinteren Theil des Darmes von *Sphaerechinus esculentus* $^{350}/_{1}$.

22. Äussere Bindegewebsschicht mit eingestreuten Kalkkörperchen und Pigmentzellen aus der Darmwand von *Sphaerechinus esculentus* $^{400}/_{1}$.

23. Muskelfasern des Darmes von *Sphaerechines esculentus* $^{350}/_{1}$.

24. Schlundpapille von *Toxopneustes lividus* $^{120}/_{1}$.

25. und 26. Maschen der Schlundpapille von *Toxopneustes lividus* $^{350}/_{1}$.

27. und 28. Zellige Elemente aus den Maschen der Schlundpapille von *Toxapneustes lividus* $^{350}/_{1}$.

29. Pigmentkörnchen aus der Schlundpapille von *Toxopneustes lividus* $^{350}/_{1}$.

30. Zellen der Drüsenschicht im vorderen Theil des Darmes von *Toxopneustes lividus* $^{350}/_{1}$.

Taf. V. Fig. 31. Membran, welche das weiche nach hinten umgebogene Ende des Zahnes umgiebt von *Toxopneustes lividus* $^{350}/_{1}$.

32. Dieselbe Membran mehr nach unten $^{350}/_{1}$.

33. Muskelfaser aus der Gebisspyramide von *Toxopneustes lividus* $^{500}/_{1}$.

34. Zahnplättchen (mehr im oberen Theil des Zahnes) von *Toxopneustes lividus* $^{350}/_{1}$.

35. Zahnplättchen (mehr im unteren Theil des Zahnes) von demselb. Thier $^{350}/_{1}$.

36. Zahnschliff dem Kiel parallel von Toxopneustes lividus $^{400}/_{1}$.
   a. Radiale Platte (Kiel des Zahnes).
   b. Peripherische Platte.
   b'. Peripherischer Theil der eben erwähnten Platte.
   c. Centraler Theil der eben erwähnten Platte.
   d. Grenzmembran zwischen dem centralen und peripherischen Theil.

37. Polygonale Felder der quer durchschnittenen Prismen aus der radialen Platte des Zahnes von *Toxopneustes lividus* $^{400}/_{1}$.

38. Schlund und Anfangstheil des Oesophagus von der äusseren Fläche gesehen (*Psammechinus*) $^{1}/_{1}$.

39. Schund und Anfangstheil des Oesophagus von der inneren Fläche gesehen (*Psammechinus*) $^{1}/_{1}$.

Taf. VI. Fig. 40. Darmtractus von *Spatangus purpureus* nach Wegnahme der Schale $^{1}/_{1}$ (Das Thier liegt mit dem After nach vorn, und mit dem Munde nach hinten gekehrt).

Digitized by Google

a. Anus.
b. Mesenterium der Schale.
c. Übergang der zweiten Darmwindung in die Dritte.
d. Divertikel.
e. Wassergefässherz.
f. Rückengefäss.
g. Bauchgefäss.
h. Wassergefäss. (Steinkanal).
i. Gefässrings um das Divertikel.
k. Grosse ventrale Mesenterialplatte.
n. Grosse dorsale Mesenterialplatte.
q. Dünndarm.
r. Dickdarm.

Taf. VI. Fig. 41. Darmtractus von *Spatangus purp.* nach Wegnahme der Schale $^1/_1$ (Das Thier liegt auf dem Rücken, mit dem After nach vorn und mit dem Munde nach hinten gekehrt.
b. c. f. g. h. k. q. r. Wie in Fig. 40.
l. Kleine ventrale Mesenterialplatte.
m. Stützapparat am Munde.
o. Oesophagus.
p. Magen.
s. Gewundenes Organ.
t. Magengefäss.
u. Verbindungszweig.

42. Darmtractus von *Spatangus purpureus* nach Wegnahme der Schale $^1/_1$. Das Thier liegt auf dem Bauch mit dem Munde nach vorn und mit dem Anus nach hinten gekehrt. Ein Theil des Dickdarmes ist abgeschnitten, um den Lauf des gewundenen Organes über den Magen zu zeigen. Die punctirten Linien geben den Verlauf des abgeschnittenen Dickdarmes an. Ungefähr bei s' mündet das gewundene Organ in den Magen ein, während die beiden Seitenflächen dieses Organs sich noch über den Magen hin ausstrecken. Die Buchstaben wie in Fig. 40 und 41.

43. Anfangstheil des Darmkanals von *Spatangus purpureus* (noch in der Schale liegend).
a. Wassergefässring.
b. Die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle.
c. Nervenring.
d. Die fünf ambulacralen Nervenstämme.

Digitized by Google

e. Abgeschnittener Darm (punktirt).
f. Abgeschnittener Oesophagus.
g. h. l. m. o. t. u. wie in Fig. 40, 41, 42.
v. Oberlippe.

Taf. VI. Fig. 44*a* Von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.
a. Wassergefässring.
b. Die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle.
c. Die fünf ambulacralen Nervenstämme.
d. Nervenring.
e. Oberlippe.
h. Wassergefäss (Steinkanal).
l. Kleine ventrale Mesenterialplatte.
m. Stützapparat.
o. Oesophagus.
u. Verbindungszweig zwischen dem Blut- und Wassergefässsystem.

44*b.* Von *Spatangus purpureus.*
a. b. c. d. e. h. m. o. u. wie in die vorige Figur o abgeschnittener Oesophagus punktirt.

Taf. VII. Fig. 45. Fältchen aus dem Oesophagus von *Spatangus purpureus* $^{20}/_1$.
46. Schlund von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.
a. Obere Fläche.
b. Untere Fläche.
47. Einmündungsstelle des gewundenen Organes in den Magen von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.
48. Einmündungsstelle des Divertikels in den Magen von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.
49. Zellen aus der Drüsenschicht der Speiseröhre und des Magens von *Spatangus purpureus* $^{400}/_1$.
50. Zellen aus der Drüsenschicht des Dickdarmes von *Spatangus purpureus* $^{400}/_1$.
51. Zellen aus der Drüsenschicht des Divertikels von *Spatangus purpureus* $^{400}/_1$.
52. Magendrüse von *Spatangus purpureus* $^{210}/_1$
53. Wand des gewundenen Organes am Dickdarm von *Spatangus purpureus* $^{250}/_1$.
54. *a.* Durchschnitt des gewundenen Organes am Dickdarm $^1/_1$.
b. Am Magen $^1/_1$ von *Spatangus purpureus.*
55. Gallertartiges Bindegewebe aus dem gewundenen Organ von *Spatangus purpureus* $^{400}/_1$.

Digitized by Google

Taf. VII. Fig. 56. Anfangstheil des Darmes von *Spatangus purpureus*, offen und theilweise abgeschnitten um den Verlauf und die beiden Einmündungen des gewundenen Organes zu zeigen. Natürl. Grösse.

a. Dickdarm.
b. Dünndarm.
c. Magen.
d. Oesophagus.
e. Einmündungsstelle des gewundenen Organes in den Darm.
f. Verlauf des gewundenen Organes unter dem Dickdarm.
g. Obere Fläche der grossen ventralen Mesenterialplatte. (Die Mesenterialplatte ist zum grössten Theil fortgeschnitten um den Verlauf des gewundenen Organes zeigen zu können).
h. Bauchgefäss.
i. Verlauf des gewundenen Organes zum Magen.
k. Einmündungsstelle des gewundenen Organes in den Magen.
l. Einmündungsstelle des Divertikels in den Magen.
Medianwärts ist ein Theil des Dickdarms, Dünndarms und Magens weggeschnitten um den Verlauf des gewundenen Organes besser angeben zu können.

57. Ei von *Spatangus purpureus* $^{350}/_{1}$.
a. Umhüllungs — (Eiweiss) — schicht.
58. *a. b. c. d. e.* Eier in verschiedenen Entwickelungsstadien von *Spatangus purpureus* $^{350}/_{1}$.
59. Samenkörperchen von *Toxopneustes lividus* $^{400}/_{1}$.
60. Eine Geschlechtsdrüse von *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.
61. Muskelfasern aus den Eisäckchen von *Spatangus purpureus* $^{600}/_{1}$.
62. Endbläschen der Geschlechtsdrüse von *Spatangus purpureus* $^{3}/_{1}$.
63. Zellen aus den Blindsäckchen des Hodens im unreifen Zustand von *Spatangus purpureus* $^{600}/_{1}$.

Taf. VIII. Fig. 65. Theil eines Ambulacralnervenstammes und der von ihm entspringenden Querästchen von *Sphaerechinus escul.* $^{80}/_{1}$.
64. Ganglienzellen von *Sphaerechinus esculentus* im frischen Zustand $^{600}/_{1}$.
66. Pigmentzellen aus den Nervenstämmen von *Toxopneustes lividus* $^{350}/_{1}$.
67. Ganglienzellen von *Spatangus purp.* im frischen Zustand $^{450}/_{1}$.
68. Innenfläche der unteren Schalenhälfte von *Spatangus purpureus*.
a. Abgeschnittener Oesophagus.

Digitized by Google

b. Stützapparat am Munde.
c. Die die Oberlippe deckende Bindegewebshaut.
d. Vorderes Ambulacralfeld.
d'. d'. Seitliche Ambulacralfelder.
e. e'. Hintere Ambulacralfelder.
f. f. Seitliche Interambulacralfelder.
f'. Hinteres Interambulacralfeld.
f''. f''. Vordere Interambulacralfelder.
g. Wassergefässring.
h. Wassergefäss (Steinkanal).
i. i. Die fünf ambulacralen Wassergefässkanäle.
k. Nervenring.
l. l. Die fünf ambulacralen Nervenstämme.

Taf. VIII. Fig. 69. Innere Fläche der oberen Schalenhälfte von *Spatangus purpureus* $^1/_1$.
a. Oberer Stützapparat.
b. b. Brückenbogen durch welche die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen treten.
c. c. Höckerchen an der Schaleninnenfläche zur Insertion der Mesenterialbändchen.
d. d'. e. f. f'. f''. i. l. wie in Fig. 68.
70. Gefässnetz aus dem Darm von *Sphaerechinus esculentus* $^{80}/_1$.
71. *a. b. c. d. e. f. g.* Zellen aus der Blutflüssigkeit von *Sphaerechinus esculentus* $^{400}/_1$.

Taf. IX. Fig. 72. Gefässnetz aus dem Oesophagus von *Sphaerechinus esculentus* $^{80}/_1$.
73. Gefässnetz aus dem Dickdarm in der Nähe des Bauchgefässes von *Spatangus purpureus* $^{60}/_1$.
74. Gefässnetz aus dem Dickdarm in der Nähe des Rückengefässes von *Spatangus purpureus* $^{60}/_1$.
75. Gefässnetz aus dem Divertikel von *Spatangus purpureus* $^{80}/_1$.
76. Gefässnetz aus dem Magen von *Spatangus purpureus* $^{40}/_1$.
77. *a. b. c. c'. d. e. f. g. h. i. k.* Zellige Elementen aus dem Blute von *Spatangus purp.* $^{400}/_1$.

Taf. X. Fig. 78. Saugscheibe von *Toxopneustes lividus* im frischen Zustand $^{90}/_1$.
a. Saugscheibe.
b. Eigentlicher Saugring.
c. Saugrosette.
79. Transversale Muskelfaserschicht aus den Ambulacralbläschen von *Sphaerechinus esculentus* $^{40}/_1$.

Digitized by Google

80. Fein körnige, an kleinen Zellen und Kernen reiche Schicht auf welcher das innere Flimmerepithelium der Ambulacralbläschen gelagert ist, von *Psammechinus neglectus* $^{400}/_{1}$.

Taf. X. Fig. 81. Kalkkörperchen aus den Ambulacralbläschen von *Toxopneustes lividus* $^{320}/_{1}$.

82. Theil eines dünnen Transversalschnittes des Wassergefässherzens von *Spatangus purpureus* $^{824}/_{1}$.

83. Wimperhaare der äusseren Wimperhaut aus den Ambulacralbläschen am Munde von *Spatangus purpureus* $^{400}/_{1}$.

84. Ambulacralbläschen, an den unteren und lateralen Flächen der Schale von *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.

85. Ambulacralbläschen am Munde von *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.

86. Ambulacralbläschen der Ambulacra petaloidea von *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.

87. Ambulacralbläschen des vorderen Ambulacralfeldes van *Spatangus purpureus* $^{1}/_{1}$.

88. Kiemenartige Füsschen (Ambulacralkiemen) der Ambulacra petaloidea von *Spatangus purpureus* $^{80}/_{1}$.

89. Pinselförmig ausgebreitetes Ende eines Ambulacralfüsschens am Munde von *Spatangus purpureus* $^{25}/_{1}$.

90. Eine Ranke des pinselförmig ausgebreiteten Endes eines Füsschens am Munde von *Spatangus purpureus* $^{320}/_{1}$.

Digitized by Google

UEBER THIERAEHNLICHKEITEN DER MENSCHEN.

VORTRAG GEHALTEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREIN ZU LEIDEN AM 17 NOV. 1870.

VON

WILLIAM MARSHALL.

Meine Herren!

Es ist ein alter, oft wiederholter Satz, dass der Mensch in den verschiednen Phasen seines embryonalen Lebens in aufsteigender Linie die bei Wirbellosen und Wirbelthieren permanenten Formen als vorübergehnde Perioden durchlaufe; das sprachen schon mehr oder weniger deutlich ARISTOTELES und HARVEY, vor Allem aber die Naturphilosophen des Anfangs unseres Jahrhunderts, AUTENRIETH, MECKEL, OKEN und KIELMAYER aus; der Gedanke von der Thiernatur der Menschen war bei ihren Forschungen fundamental und leitend, sie ahnten hier wie überall einen Zusammenhang der organischen Wesen, aber das Wie dieses Zusammenhangs scharf auszudrücken vermochten sie nicht; wo sie es versuchen geschieht es in stammlenden Worten, die zeigen, wie nahe sie zwar der wahren Erkenntniss waren, dass sie aber das grosse Gesetz, den Angelpunkt um den die ganze belebte Welt sich dreht, noch nicht erfasst hatten. Dennoch sollten uns die Ideën jener Männer Ehrfurcht einflössen, anstatt dass sie, wie so oft geschah und leider noch geschieht, das Thema zu eben so wohlfeilen wie geistlosen Spötteleien abgeben. Für mich wenigstem haben die Vorsuche, wie

Digitized by Google

sie die gefundnen Erscheinungen zu deuten sich bestreben, ihr Ringen und Sichabmühen, das, was wir jetzt mit wenigen Worten auf die ungezwungenste Weise erklären können, zu erläutern und unter gemeinsame Gesichtspunkte zu bringen, etwas ungemein Rührendes. "Die DARWIN'SCHE Theorie ist", wie DOWES DEKKER, der bedeutendste holländische Prosaiker der Neuzeit, sagt, "die einfachste Sache auf der Welt und deshalb erst so spät bekannt geworden."

Jene naturphilosophische Schule kam in Misscredit, ihr gegenüber traten Gelehrte auf, die, sonst gewiss tüchtige Forscher, mit einem überlegnen Lächlen, das uns beinah auf jeder Seite ihrer Werke selbstgefällig entgegenstrahlt, über diese "spintisirende" Richtung der Wissenschaft als über einen überwundnen Standpunct die Achseln zuckten und sich sichtlich freuten dass "sie erst so herrlich weit gebracht." Sie nannten sich Empiriker, vergassen aber dass alle Empirie ein todter Schatz ist und bleibt, wenn man sie nicht als Mittel auffasst um ewige Gesetze zu constatiren, wenn man aus dem auf empirischem Wege Erlangten und Erkannten keine Schlussfolgerungen zieht, wenn man mit einem Worte nicht — philosophirt! So doch erinnern derartige "Empiriker" in ihrem trocknen Aufstaplen von Thatsachen an den Gold zusammenschleppenden Raben in der Fabel, den die Kröte fragt:

"Was willst du mit den Sachen,
Die dich doch nicht glücklich machen?"
Ihr sagte d'rauf der Rabe:
"Ich sammle sie, dass ich sie habe!"

Mit den übrigen Ideën der Naturphilosophen, oder um in unserm speciellen Falle mit OKEN zu reden, der Zoosophen, wurde auch die Idee van der Repetition niederer Thierformen bei der Entwicklung der Menschen als falsch abgeurtheilt und zu Grabe getragen. Sagte doch selbst der grosse CARL ERNST VON BAER, der Satz, dass der Embryo höhrer Thier die Stufen der niedren Thierwelt durchlaufen müsse, lasse sich ohne die "irrthümliche Ansicht" einer aufsteigenden Kette der Wesen nicht denken! — Anders stehn wir heute jenen Ideën gegenüber. An Stelle einer "irrthümlichen Ansicht" ist eine wohlbegründete Theorie getreten, in deren Sinne ERNST HAECKEL, die auf vergleichende Anatomie,

Digitized by Google

Palaeontologie und besonders gerade auf vergleichende Entwicklungsgeschichte basirten, parallelen Gesetze der Phylogonie und Ontogonie aufstellen konnte, das heisst, er zeigte wie die Geschichte der Entwicklung eines Individuens (Ontogenie) nur ein treues Spiegelbild von der Art sei, wie die Familie dieses Individuums, wie sein Phylum im Lauf der Aeonen sich heranbildete und so ist es sein grosses Verdienst auf eine ungemein klare und überzeugende Art, die sich auf die allerkräftigsten Beweise stützt, das dargethan, das formulirt zu haben, was unsern Vätern in der Wissenschaft dunkel-vorschwebte, wenn sie von vorübergehnder Recapitulation niedrer Formen bei der Entwicklung eines höhren Organismus sprachen. Freilich giebt es gegenüber diesen grossen Errungenschaften der Neuzeit immer noch Gelehrte die behaupten: "Nicht das Werdende sondern das Vollendete entscheidet über den endlichen Werth!" Das heisst denn doch der Entwicklungsgeschichte auf eine allzu derbe Art ihre Fackel aus der Hand reissen; nach solchen Maximen wäre Pentastomum immer noch ein Eingeweidewurm und würden die Cirripedien wohl immer noch als abenteuerliche Mollusken figuriren!

Wie jene HAECKEL'SCHEN Gesetze für alle übrigen organischen Wesen gelten, so gelten sie natürlich auch für den Menschen und beiläufig sei hier gesagt, nicht blos für den Theil seiner Natur den wir Leib zu nennen gewohnt sind sondern auch für das Geistige in ihm: "Das Jahrhundert ist vorgerückt, jeder Einzelne aber fängt doch wieder von vorn an!" sagt GOETHE. Das eben ist das Herrliche in der Darwinschen Theorie dass sie überall applicabel ist, dass alles Sein der organischen Welt aus ihr und durch sie sich erklären lässt so wie der erwähnte DOWES DEKKER bemerkt: "die Geschichte arbeitet auf dieselbe Weise wie Korallen, Polypen und Infusionsthiere!" — Doch kehren wir zurück zu unserm Thema und lassen Sie uns die Ontogenie des Menschen kurz verfolgen.

Der Mensch ist beim Beginn seines Entstehns höchst wahrscheinlich, ja die an andren Säugethieren gewonnenen Resultate erlauben und berechtigen uns zu sagen, gewiss ein Eiweissklümpchen, ein Protist, aus diesem Protisten entwickelt er sich zu einem Wesen, das den Ascidienlarven gleicht, dann zum Leptocardier, in der fünften Woche gleicht er einem haifischartigen Geschöpf, spä-

Digitized by Google

ter einem Amphibium, dann differenzirt er sich, mit Uebergehung der Reptil- und Vogelstadien zum Säugethier um als "Mensch" geboren zu werden.

Dass bei der Ontogenie der Säugethiere die Formen der Reptilien und Vögel überschlagen werden, hat aber seinen Grund darin dass die Reptilien, welche die Ahnen der Vögel sind, sich in der Phylogenie von den Amphibien ebenso wie die Säuger abzweigten und sich selbständig weiter entwickelten. So verfällt von selbst der Einwand, den 1833 VALENTIN gegen die damals herrschenden Ansichten über Phylogenie und Ontogenie machte, dass sich nähmlich nirgends in der Entwicklung eines Säugethieres Luftsäcke an den Lungen fänden, was doch der Fall sein müsste, wenn dieselben in der Entwicklung die Formen niedrer Thiere (für diesen Fall Vögel) durchliefen. Die Vögel stehn in ihrer Organisation so hoch wie irgend ein Säugethier, freilich sind sie auf ganz andre Weise differenzirt; aber ebenso gut hatte VALENTIN als Gegenbeweiss gegen die Recapitulation niedrer Formen bei der Entwicklung eines höhren Thieres beibringen können, dass er im embryonalen Leben der Säuger einen Insecten- oder Teleostierzustand vermisse!

Bei allen diesen Vergleichen darf man freilich nicht die Anatomie einer Haifisch-oder einer Amphibienart berücksichtigen, sondern muss die Organisation aller lebenden und so weit dies möglich ist auch aller fossilen Formen zu Rathe ziehn um der Phylogenie auch in jeder Hinsicht gerecht zu werden; allerdings wird man immer in dem Mangel von gewissen Zwischenformen grosse Schwierigkeiten finden, was die Gegner der Darwinschen Theorie uns als einen, wie sie meinen schlagenden, Gegenbeweis vorzuhalten nicht verfehlen: wenn man aber bedenkt wie gering gerade in unserm Fall die Möglichkeit war, dass von gewiss kleinen Thieren, deren Scelet wohl noch nicht einmal knorplig war, Reste erhalten wurden, so wird man von dem in Sinn der Evolutionstheorie untersuchenden Forscher nicht das Unmögliche verlangen und ihm zumuthen nun auch einmal Zwischenformen zwischen Leptocardiern und Selachiern ad oculos zu demonstriren. Gesetzt auch es gelänge ihm, so würde doch der stets verneinende Geist der Antidarwinianer diese als solche nicht anerkennen, so wenig wie sie zugeben dass der Archaeopteryx ein Glied der Reptilien und Vögel verbindenden Kette

Digitized by Google

sei. Noch lauter aber würde ihr "non possumus" erschallen, wollten wir etwa gar Rückschlüsse machen, wollten wir aus der Ontogenie eines Wesens seine Phylogenie reconstruiren, und zum Beispiel sagen: wir kennen weder lebende noch fossile Zwischenformen zwischen Amphioxus und den Haifischen, im Allgemeinsten müssen sie aber so organisirt gewesen sein wie die Säugethierembryonen der Zeit die zwischen dem Verschwinden der Leptocardier- und dem Auftreten der Selachierform liegt! Und doch wäre dieser Rückschluss ein erlaubter!

Um aber Thieraehnlichkeiten des Menschen, als Urkunden seiner Verwandschaft mit den Thieren, zu finden, brauchen wir nicht allein in den Archiven der Entwicklungsgeschichte zu forschen; auch die geborne Menschheit zeigt uns deren und zwar von zweierlei Art: solche die alle Menschen gemeinsam zukommen und solche die blos vereinzelt und individuel, höchstens als durch Vererbung erhalten bei mehrern Mitgliedern einer Familie auftreten.

Die ersten sind eine Art Adelsdiplom, aus uralten Zeiten von unsern Ahnen uns überkommen, unsern Stammbaum zu beweisen: wir nennen sie rudimentaere Organe!

Unter diesem Namen versteht man Organe, die dadurch, dass sie nicht gebraucht wurden, dass sie ihre functionelle Bedeutung verloren, mehr oder weniger, je nachdem der Nichtgebrach früher oder später eintrat, verkümmerten. Bekanntlich wird jedes viel gebrauchte Organ durch den Gebrauch stärker: ein Schmied wird stärkere Arme haben als ein Gelehrter, ein Gemsjäger stärkere Beine als ein Schneider, etc. etc.; umgekehrt wird ein wenig oder gar nicht gebrauchtes Organ schwächer und schwächer werden. Dies alles können wir leicht tagtäglich beobachten, und um nur ein treffendes Beispiel aus vielen zu nehmen, so erzählt uns Rengger von den südamericanischen Payaguas, dass die musculöse Entwicklung ihrer Beine gegenüber der ihrer Arme sehr schwach ist, er schreibt und mit Recht dies Missverhältniss der Lebensweise dieser Menschen zu; sie verbringen nähmlich den grössten Theil ihres Daseins in Böten auf dem Wasser, wobei sie fortwährend ihre obern aber nur sehr wenig ihre untern Extremitaeten gebrauchen und anstrengen. Was bei diesen durch Nichtgebrauch oder

Digitized by Google

andrer Seits durch bevorzugtem Gebrauch eines Organs hervorgerufnen Erscheinungen die Erblichkeit vermag, wissen wir durch HARTING, der fand, dass schon bei Neugebornen der rechte Arm, den fast jeder Mensch bei allen Handlungen hauptsächlich in Anwendung bringt, stärker als der linke entwickelt sei.

Diese allen Menschen normaler Weise zukommenden rudimentaeren Organe sind aus nahliegenden Gründen wenig zahlreich. Es werden sich nur solche Organe als Rudimente finden, die bei dem Menschen sehr nah verwanden Thieren als functionel bedeutend auftreten, denn auf einen je frühern Standpunkt, das heisst je niedrer das Thier war, bei dem dieselben ihre physiologische Bedeutung einbüssten, desto früher wurden sie in der phylogenetischen Reihe rudimentaer desto grösser war die Zeit in der sie ganz verschwinden konnten.

Ein der aus den allerältesten Zeiten stammenden Reste ist das os coccygis, das Steissbein des Menschen, das heist sein rudimentaerer Schwanz. Diese Verlängerung der Wirbelsäule hält sich sehr constant in unsrer Ahnenreihe, und reducirt sich erst bei uns und den anthropoiden Affen, die ich nicht zu unsern Ahnen aber wohl zu unsern Vettern rechne, auf 3—4 Knöchelchen; andre Wirbelthiere, bei denen der Schwanz rudimentaer oder ganz verschwunden ist, wie bei den Fröschen, manchen Wiederkäuern etc., gehören nicht direct zu den Ahnen der Menschen, sie bilden kleine Seitenzweige des grossen Stammbaums. Die meisten übrigen rudimentaeren Organe sind Reste von solchen Organen, welche erst in einer viel spätern Zeit von den Ahnen der Menschen erworben worden, die sich erst viel später in der phylogenetischen Reihe differenzirten, wie z. B. der processus vermiformis und die nur in ganz exceptionellen Fällen functionel noch bedeutenden Ohrmuskelchen.

Ganz ebenso wie der Mensch in beiden Geschlechtern thieraehnliche Organe in rudimentaerer Form besitzt, so besitzt auch der menschliche Mann Reste von Organen, die beim menschlichen Weibe von hoher ja von der höchsten Bedeutung sind, so Spuren der Gebaermutter als uterus masculinus und die Brustwarzen.

Alle diese rudimentaeren Organe haben der verflossnen Teleologie ganz besonders viel zu schaffen gemacht und ich vergesse wie die

Digitized by Google

gediegne Erklärung die ich als Knabe einmal in einem Kinderbuch von den rudimentaeren Augen des Maulwurfs las: "Die Vorsehung habe dieselben deshalb so klein gemacht, damit beim Wühlen in der Erde kein Staub hineinfalle!"

Durch Krankheitserscheinungen können ebenso in einem Individuum, wie durch Nicht-Gebrauch im Phylum, Organe rudimentaer werden: so atrophiren bei Gliederlähmungen, wobei also gewisse Nerven eine pathologische Veraendrung untergehn, die das Gliedbewegenden Muskeln, da dieselben so zu sagen emeritirt sind. Gall will beobachtet haben, dass nach Exstirpation der Augen an der Vierhügelplatte, ein Theil des Gehirns der ja zum Sehvermögen in der innigsten Beziehung steht, Schwund eintrat. Es wäre sehr interessant zu untersuchen, ich weiss nicht ob und in wie weit dies etwa schon geschehn ist, wie sich der Proteus und die blinden Fische der Mamouthshöhle Nordamerica's (Amplyopsis) betreffs der Vierhügelplatte verhalten, a priori liesse sich wohl annehmen, dass dieselbe bei diesen Thieren mehr oder weniger zur Categorie der rudimentaeren Organe gehöre.

Die übrigen Thieraehnlichkeiten des Menschen sind individuel, es sind Abweichungen von der Regel, Anomalien, mit denen sich unter dem Namen von Varietaeten zum Theil die systematische Anatomie beschäftigt, zum Theil bilden sie aber auch, soweit sie störend in die Lebensverrichtungen des Individuums eingreifen, einen wichtigen Abschnitt der pathologischen Anatomie.

Im ganzen hat man bis jetzt diese Anomalien für die darwinsche Theorie nur wenig ausgebeutet, man fasst sie meist unter dem allgemeinen Namen von "Rückschlägen" zusammen, in wie weit dieser Name jedoch berechtigt ist, will ich später eingehnder betrachten.

Alle jene Abnormitaeten, Varietaeten, oder wie man sie sonst nennen will, lassen sich in drei Abschnitte einordnen: es giebt deren nähmlich erstens solche, bei denen ein Organ, oder bisweilen mehrere, auf einer Stufe der embryonalen Entwicklung stehn geblieben ist, wobei also der Mensch, um mich so auszudrücken, nicht vollständig fertig wurde, diese Erscheinungen nennt die pathologische Anatomie "Hemmungsbildungen"; eine zweite Klasse

Digitized by Google

formen die Abnormitaeten, die dadurch entstanden sind, dass sich ein Organ nach dem embryonalen Plane weiter, über die normale Grösse hinaus, entwickelte, diese Art von Anomalien steht der vorigen diametral entgegen. Endlich finden wir noch eine Anzahl von Abnormitaeten für die uns bis jetzt die Entwicklungsgeschichte noch die Erklärung schuldig bleibt, zu denen wir aber in der vergleichenden Anatomie den Schlüssel finden: vielleicht liessen sich aber doch diese Erscheinungen der dritten Classe auf die zweite zurückführen. Sie bestehn nähmlich zum grössten Theil darin, dass ein Organ oder ein System an Manchfaltigkeit zunimmt, frühre Zeiten sprachen in solch einem Falle von gesteigerter Lebenskraft oder vermehrtem nisus formativus, wir sagen im Organ hat sich mehr differenzirt; sich mehr differenziren heisst aber sich weiter entwicklen, es wird also ein Organ, das mehr wie normal differenzirt ist, nach dem embryonalen Plan über die Norm hinaus entwickelt sein.

Die erste Gruppe, die der Hemmungsbildungen, ist sehr zahlreich und bietet uns Aehnlichkeiten mit sehr vielen Wirbelthieren. Es formulirt sich für dieselben von selbst folgendes auf die Phylogenie beruhende ontogenische Gesetz: je niedriger das Thier steht, bei dem wir als normal finden was uns bei einem Menschen als Hemmungsbildung entgegen tritt, auf eine um so frühre Stufe der Entwicklung ist das Organ, das die betreffende Aehnlichkeit aufweisst, stehn geblieben, da aber Haupt-oder Centralorgane zuerst angelegt werden, wird auch die Hemmungsbildung diese besonders betreffen; dergleichen Hemmungsbildungen sind häuftig zugleich mit zahlreichen, anderweitigen, so zu sagen secundaeren Missbildungen verbunden, wodurch damit behaftete Individuen nicht lebensfähig sind, sie liefern einen grossen Contingent zu dem, was man κατ' ἐξοχήν Missgeburten — monstra — nennt.

Aus einer je spätern Zeit des embryonalen Lebens aber eine Hemmungsbildung datirt, um so weniger nachtheilig ist ihr Einfluss auf den ganzen Organismus und desto näher ist das Thier oder die Thierordnung bei der sich das, was hier als Hemmungsbildung auftritt, normal findet, dem Menschen verwandt. Diese Hemmungsbildungen können zum grössten Theil als Varietaeten betrachtet werden es wird wenigstens niemandem in den Sinn kommen, ein Individuum dessen Stirnbeine noch die ursprüngliche

Digitized by Google

sutura frontalis bewahrt haben, eine Missgeburt zu nennen.

Bei einer Betrachtung der Reihe von Hemmungsbildungen werden wir immer eine Bestätigung der oben aufgestellten Gesetse finden.

Bei Amphioxus lanceolatus, dem niedrigsten Wirbelthiere, das Pallas als Mollusk beschrieb, hat sich am Circulationssystem noch kein eigentliches Herz differenzirt, es findet sich nur ein pulsirendes Rückengefäss, zugleich besteht die centrale Nervenmasse noch nicht aus Gehirn und Rückenmark, sie ist nur ein einfacher Strang. So finden sich auch Missgeburten denen ein eigentliches Herz fehlt und an dessen Stelle, wie beim Säugethierembryo vom 8ten Tage normaler Weise, ein einfacher Schlauch vorhanden ist, diese Hemmungsbildung ist mit Gehirn- und Kopflosigkeit verbunden. Monro und Gilibert fanden in diesem Falle einigemal, dass das Rückenmark ganz wie beim Amphioxus am vordern Ende in eine Spitze auslief; sehr interessant ist ein von Winslow mitgetheilter Fall, wo bei einer herz- und hirnlosen Missgeburt vom ganzen Gefässsystem nur ein Rückenschlauch vorhanden war, alle andern Gefässe aber, Arterien wie Venen, vollkommen fehlten.

In der zweiten Woche ist das Herz des Embryo's ein Haifischherz, es besteht aus nur einer Kammer und einer Vorkammer, auch diese Hemmungsbildung wurde von Winslow beobachtet.

Bei weitem häufiger findet man zwei Vorkammern und nur eine oder zwei aber sehr stark mit einander communicirende Kammern, eine Hemmungsbildung aus der dritten bis vierten Woche. Damit behaftete Individuen haben eine gewisse Lebenskraft, sind aber immer sehr krank und werden nie alt, sie leiden an der sogenannten blauen Krankheit. Da nehmlich zugleich die Lungenarterien sehr verengt sind, so kann das Blut in den ausserdem und in Folge davon sehr wenig entwickelten Lungen nur in einem geringen und für einen gesunden Menschen ungenügenden Grade kreisen. Die Hauptfunction der Lungen, venoeses Blut in arterielles umzuwandeln ist sehr beschränkt, daher wird also das Blut auch in den Arterien einen gewissen Grad von Venoesitaet behalten. Leute, die diese Hemmungsbildung haben, sind an den Stellen wo der normale, gesunde Mensch roth oder röthlich erscheint, wie an den Lippen, den Wangen, besonders aber unter den Nägeln violettblau gefärbt, zugleich sind sie gegen Kälte äusserst empfindlich

Digitized by Google

und fühlen sich auch immer kalt an: sie sind eben, was ihr Circulationssystem betrifft als "kaltblütige Thiere" geboren!

Bei weitem zahlreicher finden sich nun Hemmungsbildungen aus dem spätern Embryonalleben, die dann als Säugethieraehnlichkeiten auftreten; sie sind so ungemein häufig, dass man ruhig behaupten kann dass die Hälfte der Menschheit die eine oder die andre hat. So fand beispielsweise Kolb an 224 Leichen von 500 (also bei 44.8°) das foramen ovale offen; das heisst die beiden Vorkammern des Herzen] communicirten mit einander in höherm oder geringerm Grade, wie es bei allen Menschen bis kurz nach der Geburt und bei allen tauchenden Seesäugethiere zeitlebens normal ist. Ist diese Oeffnungen nur klein, so scheint das Wohlbefinden des Individuums nicht dadurch beeinträchtigt zu werden, umgekehrt aber wird auch sie, wenn sie zu gross ist, Ursache der blauen Krankheit. Für die grosse Häufigkeit dieser Hemmungsbildung spricht auch unter anderm, dass aeltere Anatomen, wie Botall und Folius, das Offenbleiben der foramen ovale für normal hielten.

An den Verdauungsorganen kommen wie es für so ein complicirtes System von vorn herein zu erwarten ist, sehr zahlreiche Hemmungsbildungen vor. Ich will indessen nur einige der interessantesten hervorheben.

Mangel der uvula (des s. g. Zäpfchens) und dafür grössre Entwicklung des Gaumensegels ist bei allen Säugern, mit Ausnahme der höchsten Affen, eine normale Erscheinung und findet sich recht häufig als Hemmungsbildung aus dem fünften Monat auch beim Menschen.

Ferner scheint auch die Gallenblase, die weiter nichts als eine stärkere Erweiterung der Gallengangs ist, beim Menschen, wo sie sich als solche auch erst ziemlich spät entwickelt, nicht ganz selten zu fehlen, constant vermisst man dieselbe bei manchen Säugethieren z. B bei Pferden; häufig ist auch bei zahlreichen Wirbelthieren ihr Fehlen individuel beobachtet, so ganz besonders bei Vögeln: gerade bei dieser Classe ist noch merkwürdig dass einzelne Arten gewisser Gruppen z. B. der Papageien, derselben immer entbehren, während sie bei andern, häufig nah verwanden, Arten normaler Weise immer vorkommt.

Von den Hemmungsbildungen an den Geschlechtsorganen beob-

Digitized by Google

achtet will ich blos den sogenannten uterus bicornis erwähnen, dass heisst die Erscheinung, wo die Gebärmutter in ihrem obern Theil in zwei Zipfel gespalten ist, was für recht viele Säuger z. B. für Nager, Halbaffen etc., die Regel ist, bisweilen ist mit dieser Hemmungsbildung eine andre verbunden, indem sich nähmlich in der vagina eine sagittale Scheidewand findet, eine Aenlichkeit mit gewissen Marsupialien. So wurde auch Spaltung des Clitoris, was für einige americanische Affen das regulaere Verhalten ist, bisweilen beobachtet.

Nirgends aber sind Hemmungsbildungen häufiger als am Scelet, hier doch finden sich Aehnlichkeiten mit fast allen Säugethierfamilien. Das bekannteste Beispiel ist das os intermaxillare, jene berühmte Entdeckung von GOETHE. Dieser so klarblickende Mann hatte beobachtet, dass bei fast allen Säugethieren jener genannte Knochen zeitlebens vom übrigen Oberkieferbein getrennt bleibe, und durchdrungen von der Ueberzeugung, dass die Thiere, folglich auch der Mensch, sich aus gemeinsamen Stammformen entwickelt hätten, sagte er sich, auch beim Menschen müsse sich diese Trennung bisweilen finden, und er ruhte nicht bis er diese wirkliche seltne Hemmungsbildung nachwiess. Eine des allerhäufigsten Hemmungsbildung ist, wenn, so wie ich oben kurz erwähnte, das Stirnbein in zwei Stücke getrennt bleibt, wenn auf demselben in der Mitte eine Nath verläuft, gleichsam eine Fortsetzung der durch die Berührungsränder der Scheitelbeine gebildeten Pfeilnath. Solche Schaedel nennt man "Kreuzköpfe", sie sind beim Neugebornen normal, auch die meisten Säugethiere, sogar solche deren Scheitelbeine verwachsen, bewahren diesen Zustand zeitlebens.

Ich will Sie nun mit weitern thieraehnlichen Hemmungsbildungen nicht ermüden, diese wenigen Beispiele, die sich leicht verzehnfachen liessen, mögen genügen; aber lassen Sie mich noch einiger, beim männlichen Geschlecht beobachteten, Weibaehnlichkeiten gedenken! — Dergleichen Aehnlichkeiten, als Abweichungen von der Regel, können wir in der Hauptsache natürlich nur bei den Organen erwarten, welche die wesentlichen, für beide Geschlechter unterscheidenden Charaktere aufweisen, also bei den Geschlechtsorganen und was mit diesen im innigsten Verband steht, bei den Brustdrüsen.

Digitized by Google

Es ist ja keine ganz ungewöhnliche Erscheinung das Kapaunen Eier bebrüten, was ein Hahn nun und nimmer thäte, HOME hat auch beobachtet dass Hammel Lämmer und Stiere mit mangelhaft entwickeltem Hoden Kälber säugten; vor allen Dingen aber lassen Sie mich Ihnen den wunderbaren Fall in Erinnerung rufen, den HUMBOLD in America beobachtete, wo ein Mann während der fünfmonatlichen Krankheit seines Weibes dem Kinde täglich drei- bis viermal die Brust gab, und das Kind bei der dicken fetten Milch des Mannes vortrefflich gedieh. Dass auch castrirte Männer leicht weibliche Formen und eine hohe, weibliche, Stimme annehmen ist bekannt genug, und die päpstliche Kapelle zählte vor noch nicht allzu langer Zeit dergleichen zwitterhafte Unglückliche unter ihren Mitgliedern. Eine ferner sehr häufig beobachtete weiberaehnliche Anomalie des männlichen Geschlechts ist das Verbleiben der Hoden in der Bauchhöhle wo ihr Homologon bei den Weibern, die Eierstöcke, normaler Weise immer liegt; Hypospadie, das ist mangelhafte Perforation der Ruthe, Spaltung des Hodensacks sind aehnliche Erscheinungen die sich alle leicht als Hemmungsbildungen erklären, wenn man nicht aus dem Auge verliert, dass die embryonale Anlage der Geschlechtsorgane bei beiden Geschlechtern dieselbe ist und dass man bis in die neunte oder zehnte Woche des Fruchtlebens nicht entscheiden kann ob ein Embryo männlichen oder weiblichen Geschlechts sei. Die Aehnlichkeit einer Mannes mit einem Weibe durch Hemmungsbildung kann so weit gehn, dass man bei oberflächlicher und nicht sehr gründlicher Untersuchung wirklich glaubt ein Frauenzimmer vor sich zu haben, ja dass die betreffenden Wesen sich selbst für Weiber halten, wie in dem so höchst merkwürdigen von OTTO mitgetheilten Fall, wo ein wirklicher Mann, mit in der Entwicklung gehemmten Geschlechtsorganen, in drei Ehen als Frau gedient hatte!

Diesen Hemmungsbildungen beim männlichen Geschlechte direct entgegen gesetzt findet sich sehr selten bei dem weiblichen eine mannaehnliche Anordnung und Entwicklung der Geschlechtsorgane; der interessanteste Fall ist wenn die Clitoris, also der weibliche Penis, sehr gross und vielleicht gar von der urethra durchbohrt ist, zugleich aber die Eierstöcke in das Homologon des Scrotums, in die grossen Schamlippen getreten sind; solchen lebenden Indivi-

Digitized by Google

duen gegenüber weiss man wirklich nicht ob man es mit einer Hemmungsbildung, einem Defect bei eimen Mann, oder mit einem Excess bei einem Weibe zu thun hat; meist hat man derartige Geschöpfe aber mit Unrecht Hermaphroditen genannt, — an dem wirklichen Vorkommen derselben möchte ich aus manchen Gründen zweifeln. — Es gehört übrigens der Fall, dass die weiblichen Geschlechtsorgane auf männliche Weise angeordnet sind, eigentlich schon zur zweiten Abtheilung der individuellen Thieraehnlichkeiten, zu der Weiter-Entwicklung eines Organs oder eines Systems nach dem embryonalen Plane über das Normale hinaus.

Die übrigen Beispiele von Thieraehnlichkeiten der zweiten Klasse, wo sich also ein Organ über das Normale hinaus nach dem embryonalen Plane weiter entwickelt hat, sind selten und betreffen fast nur, wie es in der Natur der Sache liegt, rudimentaere Organe die man ja auch mit dem Namen "normale Hemmungsbildungen" belegen könnte. So hat man in einzelnen Fällen den processus vermiformis bis auf sechs Zoll verlängert gefunden, bei einer Weite von anderthalb Zoll Diameter, währen er sonst nur drei Zoll lang und so weit wie der Kiel einer Gänsefeder zu sein pflegt. Diese Entwicklung über das Normale aehnelt dem Verhalten dieses Darmabschnittes bei herbivoren Beutelthieren, Nagern und einigen andern pflanzenfressenden Säugethieren.

Die Thymus, eine functionel noch sehr dunkle Drüse, welche hinter dem Brustbein liegt, ist beim Foetus nicht nur relativ sondern sogar absolut grösser wie beim Erwachsnen, wo sie fast verschwindet. In einigen Fällen hat man sie aber auch bei vollständig erwachsnen Menschen von einer collossale Grösse angetroffen, da aber mit der abnormen Grösse-Entwicklung dieses Organs immer auch Krankheiten der Lunge verbunden waren, so wage ich nicht zu entscheiden ob diese oder die Vergrösserung der Drüse die secundaere Erscheinung einer vielleicht erworbenen Krankheit waren. Sehr bemerkenswerth ist jedenfalls, dass, wenn bei Säugethieren, die einen Winterschlaf haben, derselbe eintritt, also die Lungenthätigkeit gleichfalls modificirt wird und die Häufigkeit der In- und Exhalationen ungemein sinkt, dass dann die Thymus ihrerseits sich bedeutend vergrössert, so dass MECKEL den Winterschlaf als ein Zurückkehren in das embryonale Leben bezeichnete!

Digitized by Google

Einigemal hat man ferner beim Menschen auch einen wirklichen, aus dem Körper herausgetretnen Schwanz beobachtet, meist war derselbe ein einfacher Hautfortsatz, vier- oder fünfmal indessen fand man in seinem Innern Knöchelchen. Diese seltne Erscheinung veranlasste einen aeltern englischen Philosophen Lord MONBODDO, der überhaupt als ein Vorläufer der Evolutionstheorie angesehn zu werden verdient, zu der Annahme, dass das ganze menschliche Geschlecht einst geschwänzt gewesen sei! — Alle diese Fälle sind aber mehr oder meniger verdächtig und zweifelhaft bis auf einen: FLEISCHMANN zeigte nähmlich auf der Naturforscherversammlung zu Erlangen (1840) solch einen geschwänzten Foetus vor, in dessen Schwanz man eine Reihe dunkler Körperchen, Wirbel, bemerkte. Da sich hiervon viele Naturforscher und Aertzte, Theoretiker wie Praktiker, Leichtgläubige wie scharfe Kritiker überzeugten, so ist das Factum wohl über jeden Zweifel erhaben. Genaure anatomische Untersuchungen dieser thieraehnlichen Abnormitaet des Menschen, besonders in wie weit sie mit sonstigen Missbildungen vereint war sind mir nicht bekannt geworden. Dieselbe könnte auch in die erste Categorie gehören und eine Hemmungsbildung sein. Es würde zu constatiren sein ob es sich um eine Vermehrung der Steissbeinwirbel handle und ob es in dem so gebildeten Schwanz vielleicht zur stärkern Entwicklung gewisser Muskeln gekommen sei.

Die dritte Art der Thieraehnlichkeiten endlich ist die sonderbarste von allen, indem wir in der Entwicklungsgeschichte, so weit wenigstens unsre jetzigen Kenntnisse reichen, für dieselben kaum Erklärungen finden. Diese Erscheinungen sind meist Aehnlichkeiten mit dem Menschen sehr nah verwandten Thieren, ganz besonders mit gewissen niedern Affen und Halbaffen; am zahlreichsten sind sie im Muskel- und im peripherischen Theil des Gefässsystems, und hauptsächlich diese letztern practisch für die Chirurgie von grosser Bedeutung, weshalb sie denn auch in einem Werk, wie dem grossen "Handbuch der menschlichen Anatomie" von HENLE durch KRAUSE's Zusammenstellung eine ganz besondre Berücksichtigung erfahren haben. Sie sind so zahlreich, dass man von einigen Arterien z. B. nicht sagen kann was nun eigentlich normal und was Varietaet ist; jedoch finden sich dergleichen Anomalien auch

Digitized by Google

in andren Systemen. So trifft man bisweilen Individuen mit sechs Backzähnen, ohne dass etwa ein Milchzahn stehngeblieben wäre und es ist nicht ohne Interesse und wohl auch nicht ohne Bedeutung dass man, wie wir ganz vorzüglich durch Soemmering wissen, diese Vermehrung grade bei Negern häufiger beobachtet hat[1]. Ich selbst habe, einem im hiesigen Reichsmuseum aufbewahrten Colobus- oder Semnopithecusschaedel zu untersuchen Gelegenheit gehabt, der sich des Besitzes von 8 überzähligen Backenzähnen erfreute! Ein Beweis dass auch im Thierreich dergleichen Erscheinungen zuweilen vorkommen können. Wie leicht war es möglich dass solch ein Schaedel in dem Balg einer neuen oder scheinbar neuen Art in die Hände gewisser Zoologen kam, dann würde die Systematik der Affen um ein Unter- wahrscheinlich sogar um ein Hauptgenus vermehrt sein, da ja, wie man glaubt, schon die Zahl der Zahnhöcker bei diesen Thieren zur Aufstellung neuer Genera berechtigt!

Nicht ganz selten findet man beim Menschen auch Nebenmilzen, das heisst die Milz ist in eine Anzahl mehr oder weniger zusammenhängender Stückchen zerfallen, eine für die Cetaceen normale Anordnung dieses Organs. Einigemal wurde ferner unter der eigentlichen Zunge eine kleine Unterzunge beobachtet, eine Aehnlichkeit mit einigen südamericanischen Affen und gewissen Halbaffen. Auch die Zungenpapillen schwanken in Zahl und Anordnung beim Menschen bedeutend und zwar so sehr, dass sie — nach dem Gesetz je complicirter ein Organ ist, desto mehr Varietäten sind an demselben möglich — bei jedem Individuum sich anders verhalten; am interessantesten ist der von ALBIN beobachtete Fall, wo die Papillae vallatae, dass heisst die an der Zungenbasis befindlichen, grossen, das Schmecken wahrscheinlich ganz besonders vermittlenden Papillen auf drei reducirt waren, während sich sonst fast immer 9 oder 7 (auffallend genug meist in ungeraden Zahlen) finden,

---

[1] Als dieser Vortrag schon gehalten war, fand ich in den *Mittheilungen der anthropol. Gesellsch. zu Wien*, B. I. No. 5 vom 16 Dec. 1870 eine Notiz von Prof. LANGER, worin derselbe einen Negerschaedel mit folgender Zahnformel beschreibt $\frac{2.1.2.4.}{2.1.2.4.}$, ausser den vier Zähnen die hier zuviel sind fand sich noch ein fünfter überzähliger erratisch im linken Unterkiefer an der Innenseite,

Digitized by Google

die Dreizahl ist aber für diese Papillen bei den Cercopitheren die normale.

Auch die häufig beobachtete bisweilen enorm starke Körperbehaarung ist eine Thieraehnlichkeit und gilt zugleich als Beweiss grosser Körperkraft, wenn auch nach GOETHES Ausspruch erst die Poëten die haarigen Helden zu Ehren gebracht haben. Der Kaiser von Siam hält an seinem Hofe solch eine haarige Familie und sorgt nach Kräften dafür dass die Race nicht ausstirbt.

Ich glaube, wie gesagt, dass diese Erscheinungen der dritten Klasse mit denen der zweiten, der Entwicklung nach dem embryonalen Plan über das Normale hinaus, zusammenfallen mögen. Lassen Sie uns Beispiels halber noch einen Augenblick bei der Körperbehaarung verweilen. Nur sehr wenig Stellen des menschlichen Körpers sind absolut haarlos, wie die Volarflächen der Hand und des Fusses, die übrige Körperoberfläche des erwachsenen Menschen ist mit kurzen Haaren ganz bedeckt und nur an einigen Stellen, beim Manne an mehrern als beim Weib, tritt ein längre Behaarung auf, es ist auch die Anordnung der kleinen Haare, wie wir besonders seit Eschrichts Untersuchungen wissen, durchaus keine zufällige und wenn dieselben am Unterarm mit ihren Spitzen aufwärts, nach dem Ellbogen zu gerichtet sind, so ist das eine Art der Anordnung wie sie im ganzen Thierreich nur noch bei den anthropoiden Affen vorkommt. Die Körperbehaarung des Foetus aus den spaetern Monaten und der Neugebornen ist relativ sehr ansehnlich, man nennt sie Fruchtwolle, lanugo foetalis; diese Fruchtwolle verliert sich aber sehr bald nach der Geburt und es tritt dann eine zweite Behaarung, die bleibende auf; eine Erscheinung, wie wir sie vom Nesthaar der Säuger und vom Dunenkleid der Vögel herkennen und die dem Zahnwechsel vollkommen analog ist. Wenn nun diese zweite Behaarung nach dem Plane der — wenn auch nicht grade embryonalen — Entwicklung weiter wächst so wird sie eine nicht normale Thieraehnlichkeit hervorrufen: und was ich oben von den Thieraehnlichkeiten der zweiten Klasse sagte, nähmlich dass sie fast nur rudimentaere Organe betreffen könne, passt auch hier, denn die Körperbehaarung des Menschen gehört entschieden in diese Categorie.

Wie ich vorher erwähnte werden alle diese Thieraehnlichkeiten,

Digitized by Google

so weit man bis jetzt dieselben beachtet hat, unter dem Namen von "Rückschlägen" zusammengefasst; es fragt sich aber ob sie das auch wirklich alle sind. Hören wir, welche Definition der competenteste Beurtheiler, Ernst Haeckel, dem Worte "Rückschlag" giebt: "Unter Rückschlag oder Atavismus im engern Sinn, versteht man die allen Thierzüchtern bekannte, merkwürdige Thatsache, dass bisweilen einzelne Thiere eine Form annehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war, welche längst entschwundnen Generationen angehört. Alle solche Rückschläge sind unter das Gesetz der latenten Vererbung zu bringen, wenn gleich die Zahl der Generationen, die übersprungen ward, ganz ungeheuer gross sein kann: es kann eine erstaunlich lange Reihe von Generationen verfliessen, ehe diese latente Vererbungskraft verlischt."

Nach dieser Erklärung komme ich zu der bestimmten Ansicht, dass alle Erscheinungen, welche ich unter die erste Categorie der individuellen Thieraehnlichkeiten gebracht habe, alle Hemmungsbildungen, keine Rückschläge sind, — wohl aber sind die Thieraehnlichkeiten der zweiten und dritten Classe hierher zu rechnen. Denn von einem mit einer Hemmungsbildung behafteten Individuum kann man doch nicht sagen, dass es eine Form *angenommen* habe, die längst entschwundnen Generationen angehöre. Bei allen Menschen waren einst die Stirnbeine getrennt, dieser Zustand ist in der Ontogenie niemals verschwunden; wenn aber Individuen sich finden, bei denen z. B. gewisse Muskeln, dadurch dass sie mehr Köpfe wie normal haben oder gar durch Spaltung in zwei zerfallen sind (wie am coracobrachialis beobachtet), sich thieraehnlich verhalten, so ist dies ein wahrer Rückschlag, es ist ein Zustand der in der Phylogenie vorhanden war in der Ontogonie aber verschwunden ist und es kann diese Erscheinung, fürs Erste wenigstens, nur durch eine latente Vererbungskraft erklärt werden. Ich will Ihnen meine Ansicht durch einen Vergleich, durch ein und zwar politisches Beispiel zu erläutern versuchen.

Die Menschheit, wenigstens der Theil derselben, den wir den gebildeten nennen, ist im Fortschritt begriffen, unter diesem Fortschritt verstehn wir das Bestreben nach Gleichstellung aller Menschen in rechtlicher Beziehung, nach persönlicher Freiheit in jeder

Digitized by Google

nicht gemeinschaedlicher Hinsicht, kurz nach allen den Zuständen, die zu realisiren, die echte, reine Fortschrittspastei sich zum Ziele gesteckt hat. Wenn nun ein Mitglied dieser Patei, was man nennt reactionaer wird, das heisst wenn es wieder überwundene Verhältnisse, die längstvergangnen Zeiten angehören, einführen möchte, so ist in der Gesinnung dieses Individuums ein Rückschlag eingetreten. Wenn aber andrer Seits ein Individuum den Zustand in dem sein Vater, sein Grossvater kurz seine Ahnen seit Jahrhunderten waren, nicht aufgeben will und nie aufgegeben hat, wenn es, sei es aus Selbstsucht oder Bornirtheit, die geschichtliche Nothwendigkeit des Fortschritts negirt und sich mit allen Kräften demselben widersetzt, so befindet sich dasselbe der Menschheit gegenüber in einer, übrigens meist erblichen, Hemmungsbildung.

Für alle im Obigen mitgetheilte Facten fehlt nun immer noch eine nur annähernd genügende Erklärung; wir können nur sagen dass es so ist, können uns auch gestützt auf die Evolutionstheorie deutlich machen was es zu bedeuten hat, die Ursachen aber — wir kennen sie nicht! Die grossen, fundamentalen Gesetze, nach denen die Entwicklunggeschichte geschieht, und auf die auch alle jene abnormen Erscheinungen basiren, sind uns immer noch, wie zu Aristoteles Zeiten, ein Buch mit sieben Siegeln und Carl Ernst von Baer wird fürs Erste wohl Recht behalten, wenn er sagt, dass der Baum noch keimen müsse, aus dessen Holz die Wiege für den Mann, der diese Gesetze deutlich darlege, einst werde gezimmert werden!

Gewisslich aber bestätigt sich immer und immer wieder, wo und wie wir auch die Natur des Menschen untersuchen, seine Verwandschaft mit und seine Herkunft von den Thieren, eine Thatsache, die vielen Leuten eine ganz besonders bittre Pille zu sein scheint, und so fehlt es denn auch nicht an Einwürfen, von denen der allerabgeschmakteste der ist, dass es den Menschen "entwürdige" von einem "Affen" abzustammen; worauf Haeckel und Huxley kräftig und wahr zu antworten wussten und wissen, besser als es von meiner Seite geschehen könnte, Männern gegenüber "die" wie der wackre, vorurtheilsfreie Moscati schon vor hun-

Digitized by Google

dert Jahren sagte "die wider die unvernünftigen Thiere eingenommen, ihr microscopisches Talent angewendet haben, eine unendliche Reihe hypothetischer Unterscheidungszeichen zwischen jenen und dem Menschen, — dem bestimmten Könige alles Lebenden, wie sie reden, dem Verbessrer der Natur, der mit ihr zugleich den Erdboden beherscht, — aufzusuchen, auszudenken und auszuschmücken!"

Digitized by Google

Digitized by Google

RADCLIFFE LIBRARY
UNIVERSITY
13 OCT 73
MUSEUM
OXFORD

UEBER DIE KNOECHERNEN SCHAEDELHOECKER DER VOEGEL.

VON

WILLIAM MARSHALL,

erstem Assistent am Reichsmuseum zu Leiden.

EINLEITUNG.

Bei einer Reihe von Vögeln finden sich am Ende des Oberschnabels oder auf dem Kopfe Höcker und Erhabenheiten von mancherlei Gestalt und Grösse. Dieselben gehören entweder dem Hautsystem an und diese kommen in der folgenden Untersuchung nur beiläufig in Betracht, oder aber sie werden durch gewisse Schädelknochen oder Partien von Schädelknochen geformt, ganz wie die Hörner und Geweihe der Wiederkäuer, mit denen diese Erscheinungen sich überhaupt gut parallelisiren lassen. Hier wie dort finden wir Arten, bei denen diese Hörner nur einem Geschlechte, und dann dem männlichen, zukommen, oder wo beide Geschlechter auf ein und dieselbe Weise ausgestattet sind; in beiden Classen giebt es endlich auch Arten, bei denen diese Höcker und Hörner im männlichen Geschlecht stark entwickelt im weiblichen aber nur angedeutet, schwach angelegt sind. Während jedoch bei den betreffenden Säugethieren die Hörner immer in Mehrzahl und symmetrisch auftreten und an ihrer Bildung sich nie andre Knochen als die frontalia betheiligen, findet sich bei den Vögeln, soweit mir bekannt geworden ist nur mit einer einzigen Ausnahme, immer *ein* Horn oder Höcker, der bei den verschiednen Familien und Arten durch sehr verschiedne Knochen, häufig durch mehrere zugleich gebildet

Digitized by Google

werden kann; bei den Vögeln verschwinden dieselben niemals periodisch um dann wieder erneuert zu werden, sie werden nie, wie etwa die Geweihe der Hirsche gewechselt; sie scheinen ihre Wachsthumsgrenze erst mit dem Eintritt der Pubertaet zu erreichen, ja sich auch dann noch zu bedeutenderer Grösse weiter entwickeln zu können.

Diese Erhöhungen sind ihrem Bau nach von zweierlei Art: entweder es sind einfache, blasige Auftreibungen der Knochen, wie etwa die sinus frontales des Menschen, oder aber es sind eigenthümliche spongiöse Metamorphosen gewisser Knochentheile; in beiden Fällen sind dieselben pneumatisch, sei es dass die Luft, was für die blasigen Auftreibungen constant der Fall zu sein scheint, direkt aus der Nasenhöhle in dieselben eintritt, oder sie werden, und dies gilt für die spongiösen Anschwellungen, von den Lungen her auf die bekannte Art mit Luft versorgt.

Bis jetzt sind alle diese Höcker, ihre Entwicklung, ihr Bau und ihre physiologische Bedeutung, wenig und namentlich nicht im Zusammenhang untersucht worden, es findet sich zwar in der Litteratur eine nicht unbeträchtliche Zahl beiläufiger Notizen, dieselben sind aber meist kurz und einander häufig widersprechend. Ein sehr reiches und ich kann wohl, besonders was die Nashornvögel betrifft, hinzusetzen, einziges Material, das mir im hiesigen Reichsmuseum zu Gebote stand, veranlasste mich jene merkwürdigen Gebilde einem möglichst eingehnden Studium zu unterwerfen.

Es sei mir gestattet, dem Director jenes Institutes, meinem geehrten Chef, Herrn Professor H. Schlegel, für die grosse Freundlichkeit, mit der er mir erlaubte, die Sammlung zu meinem Zweck zu benutzen und für die Güte, mit der er mir in Rath und That an die Hand ging, auch an dieser Stelle herzlich zu danken. Ebenso fügte Herr Professor Selenka, durch die grosse Liberalitaet mit der er mir die unumschränkte Benutzung der unter ihm stehenden zootomischen Sammlung gestattete, den vielen Beweisen von freundschaftlicher Gesinnungen gegen mich einen neuen hinzu. Für frische Entenarten bin ich den Herrn J. P. van Wickevoort Crommelin und F. A. Verster besonders verpflichtet, durch ihr Wohlwollen erhielt ich namentlich zahlreiche Exemplare von Fuligula (Oedemia) nigra.

Digitized by Google

1.

Lamellirostren.

In dieser Familie sind eine ganze Anzahl von Arten durch Anschwellungen auf dem Ende des Oberschnabels oder auf der Stirn ausgezeichnet, besonders aber eine Gruppe der Anatiden, das Genus Fuligula, dessen Untergenus Oedemia gerade diesen Anschwellungen seinen Namen verdankt, ferner eine Culturrasse von Anser cygnoides und in geringerm Grade mehrere Schwäne.

Schon an den lebenden Exemplaren von Anas clangula fällt eine eigenthümliche hohe Form des Kopfes auf, von der Nitzsch [1] anfänglich vermuthete, dass sie durch eine besonders starke Entwicklung der Nasendrüsen bedingt sei. Meckel [2] jedoch entdeckte bei genaurer Untersuchung die wahre Ursache jener abweichenden Schädelgestalt. Er fand mittels eines durch den Schädel geführten Längsschnitts, dass die Knochen der obern Schädelwand sehr weit zur Bildung einer mark- und diploëlosen Höhle aus einander wichen; eine Communication dieser von einer knöchern Sagittalscheidewand in eine rechte und linke Hälfte zerlegten Höhle mit der Nasenhöhle oder mit dem Gehörorgan leugnet er entschieden.

Später giebt auch Nitzsch [3] von dem in Rede stehenden Vogel an, das Geruchsorgan erfahre hier eine ganz besondere Erweiterung, indem jede Nasenhöhle in eine enorm grosse, über den ganzen Oberkopf sich verbreitende, wahre knöcherne Stirnhöhle (sinus frontalis) übergehe; er hatte also offenbar, im Gegensatz zu Meckel, eine Communication dieser Stirnhöhlen mit der Nasenhöhle gesehn, eine Beobachtung die Stannius [4] bestätigen konnte.

Auch mir gelang es leicht diese Höhlung beim erwachsnen Männchen (Weibchen standen mir nicht zur Verfügung) aufzufinden: sie erstreckt sich über die ganze Oberfläche des Schädels und über den hintern Theil des Oberschnabels, in ihrer gesammten Länge

[1] Nitzsch, in: deutsches Archiv f. Physiologie VI, pg. 267.

[2] In seinem Archiv, 1832 pg. 365.

[3] R. Wagner (nach Nitzschens Artikel Dermatorynchen in Ersch u. Gruber allg. Encycl. B 24, Sect I,) genau abgedruckt in: Naumann Vögel Deutschl. B XI, pg. 525.

[4] Lehrbuch der vergl. Anat. d. Wirbelth, pg. 288.

Digitized by Google

wird sie durch ein äusserst zartes, medianes Knochenseptum in eine rechte und linke Hälfte, die nirgends mit einander in Verbindung stehn, zerlegt. In der Mitte des Schädels erreicht diese Höhle ihre bedeutendste Höhe, nehmlich 5 *Mm.*, nach den Seiten und nach vorn und hinten wird sie niedriger, bis endlich ihre Decke und ihr Boden verschmelzen, Decke und Boden entsprechen aber der äussern und innern tabula vitrea der betreffenden Schädelknochen. Der Lage nach müssen verschiedne Knochen an der Bildung jener Höhlung Theil nehmen, nämlich die parietalia, frontalia und soweit jene Höhlung sich auch über dem Oberschnabel erstreckt, die nasalia; wenn man dies im Auge behält erklärt sich auch das mediane Septum, dieses entspricht den am jungen Schädel sichtbaren, sagittalen Näthen, im Grunde genommen besteht er also eigentlich aus zwei freilich äusserst dicht mit einander verbundnen Knochenplättchen, je eins für jede Seite: auffallend ist es dass sich an den Zusammenstossungs-Stellen der übrigen Knochen, z. B. der frontalia und parietalia, also entsprechend der sutura coronalis keine Septa finden; jede Höhle ist gleichmässig leer, die Wandung bestehn lediglich aus trocknem Knochen, sogar eine auskleidende Haut fehlt im Innern; im Schädeltheil der Höhlung treten an den Seiten vereinzelte Stützbälkchen auf, dieselben stehn nicht frei, sondern liegen gebogen den Wandungen an. Auf der Oberfläche des Schädels verläuft keine dem Septum entsprechende Längsfurche, was auffallend genug ist, am vordern Ende weichen aber beide Höhlen an der Stelle aus einander wo die Frontalfortsätze der Zwischenkieferbeine zwischen die nasalia durch an die frontalia treten. Auf dem Boden des Schnabeltheils jeder Höhle verlaufen, aber wenn auch deutlich sichtbar, so doch noch von sehr zarter Knochensubstanz überbrückt, zwei ansehnliche Aeste des den Entenschnabel zu einem so vorzüglichen Tastorgan machenden Empfindungsnerven; der äussre dieser Aeste senkt sich nach Aussen an die Schnabelseite und versorgt besonders deren hintere Region mit Fäden, der innre schlägt sich noch in der Höhlung selbst nach unten, verläuft von dem der andern Seite nur durch das häutige Nasenseptum getrennt in der Nasenhöhle nach vorn und vertheilt sich im vordern Theile des Schnabels.

In dem vordern Theil jeder Höhle liegt dicht am Sagittalseptum

Digitized by Google

eine Oeffnung zur Communication jedes Sinus mit der entsprechenden Nasenhöhle; diese Oeffnung ist 3 *Mm.* lang und 1 *Mm.* breit, sie führt direct und ohne dass sie je abgeschlossen werden könnte in die Nasenhöhle. Wahrscheinlich wird beim Einathmen durch diese Oeffnung jede der Höhlen Luft aufnehmen können, aber als "eine Erweiterung des Geruchsorgans" darf man darum diese Höhlen so ohne Weiteres nicht ansehn, es fehlt ja in ihnen jegliche Haut, folglich auch die die Geruchsempfindung vermittlenden Nervenendigungen; diese Höhlen sind pneumatische Räume, in die die Luft, ohne erst den Umweg durch die andern Respirationsorgane machen zu müssen, direct aus der Nasenhöhle eintreten kann. Vielleicht hängt diese sonderbare Organisation von Fuligula clangula mit der Tauchfähigkeit des Vogels zusammen; diese ist sehr bedeutend, und NAUMANN[1] bemerkt mit einem sehr treffenden Gleichniss von ihr: "Im Tauchen besitzt sie die grösste Fertigkeit und übt sie unaufhörlich, ihr Auftauchen erinnert sehr lebhaft an einige Zeit tief unter Wasser gehaltne und dann plötzlich losgelassne Korkstöpsel. Und dabei scheint sie immer an derselben Stelle, wo sie eintauchte, auch wieder aufzutauchen."

In jener grössern Doppelhöhle findet sich aber an der Stelle, wo der viscerale Schädeltheil an den neuralen stösst, ein zweite kleinere, deren Gestalt rundlich ist und deren Wandungen äusserst zart knöchern sind. Auch diese Höhlung wird durch ein medianes Septum in eine linke und rechte Hälfte zerlegt, jede der so entstandnen Kammern ist 5 *Mm.* breit und 9 *Mm.* lang. Die Wandungen dieser zweiten Höhle stehn mit denen der erstern nur im obern Theil in Verbindung — und zwar ausser durch das mittlere Septum derselben auch noch durch einige wenige neben diesem befindliche Trabekeln, — die Seitenwandungen erreichen sie aber nicht, sodass auf diese Art hier Kopf- und Schnabeltheil der ersten Höhlungen mit einander communiciren können. Diese zweite Höhlung halte ich ihrer Lage wegen für einen durch eine besondere Bildung modificirten, aufgetriebnen Theil der Riechbeins. In Uebereinstimmung hiermit zeigt es sich denn auch, dass, während die grössere Doppelhöhlung jeglicher auskleidenden Membrane ermangelte,

[1] Naturgeschichte d. Vögel. Deutschl. Th. XII, pg. 177.

Digitized by Google

diese zweite innen von Riechhaut überzogen ist. Der Boden ist nicht knöchern fest, sondern hier ist ein beweglicher, höchst eigenthümlicher Klappenapparat vorhanden.

Im Innern jeder Kammer befindet sich eine wendeltreppenartig vorspringende Hautfalte, welche schmal ungefähr von der halben Höhe der vordern Wandung entspringt, dann verläuft sie sich langsam senkend längs des medianen Septums, wird, nachdem sie an die hintre Wand getreten ist, plötzlich sehr breit, schlägt sich nach vorn und etwas nach unten um und verläuft, jetzt breit bleibend, an der Wandung der eigentlichen Nasenhöhle. Da der innre dem Septum und dem Vordertheil der Wandung angeheftete Anfangstheil der Hautfalte um ein Bedeutendes höher liegt als der äussere an der Wandung der Nasenhöhle befestigte Endtheil, so entsteht im Boden des vordern Theils jeder Kammer eine ansehnlich schlitzförmige Oeffnung. Kommt nun die Luft durch das Nasenloch, wird sie also eingeathmet (in der Richtung der punktirten Linie in Figur 3), so kann sie, ohne auf den äussern Theil der Hautfalte, der ja *in der Nasenhöhle selbst* angewachsen ist, zu drücken, über diesen hinweg in das Innre der kleinern Kammern treten; kommt jedoch die ausgeathmete Luft durch die Choanen (in der Richtung des Pfeils in Figur 3) in die Nasenhöhlen, so wird sie *gegen* den äussern breiten und zugleich sehr leicht beweglichen Theil der Hautfalten stossen, dieser der Art in die Höhe gehoben legt sich an den innern Theil und so entsteht ein Verschluss, welcher der Luft jeglichen Zutritt zu den Kammern versperrt. Wenn man an einem eigens wie z. B. in Figur 2 praeparirten Schädel durch eine der Choanen eine Sonde einführt, so kann man sich leicht von der Richtigkeit dieser Angabe überzeugen, ein ganz leiser Druck von unten gegen jenen äussren Theil der Hautfalte ist hinreichend um die Höhlung vollkommen abzuschliessen.

Die physiologische Bedeutung dieser eigenthümlichen Organisation ist mir leider nicht klar geworden. Es wäre möglich, dass wenn der Vogel taucht durch die Mundöffnung bisweilen Wasser in die Rachenhöhle käme und dass er dies dann, ähnlich wie Cetaceen, durch die Nasenlöcher ausstiesse, dass also durch den Klappenapparat das Wasser von der Höhlung abgehalten wird, denn ich sehe allerdings nicht recht ein warum etwa die ausgeathmete Luft nicht in dieselbe treten dürfte.

Digitized by Google

Am macerirten Schädel gestalten sich die Verhältnisse natürlich anders, hier fehlt der weiche häutige Boden der innren Kammern, diese communiciren in ihrer ganzen Ausdehnung mit den Nasenhöhlen.

Den erstern, grössern Sinus analoge Höhlungen finden sich auch bei einigen Schwänen, so namentlich bei Cygnus musicus und dem chilenischen Cygnus coscoroba, bei diesen Vögeln sind es aber ächte Sinus frontales, indem sie nur durch Auftreibungen der Stirnbeine gebildet werden. Bei Cygnus musicus findet sich im Innern dieses sinus eine sagittale knöcherne Scheidewand und dieser entsprechend verläuft auf der Aussenseite des Schädels an Stelle der Sutura frontalis eine seichte Längsfurche. Die beiden Kammern des Sinns communiciren nicht mit der Nasenhöhle, aber von der Augenhöhle her tritt in jede ein ansehnliches Luftloch, ebenso eine Anzahl kleinere von den Seiten oberhalb des lacrymale her und eben da eine Reihe von foramina nutritia; im Innren der Höhlungen finden sich bei diesem Vogel noch weitläufig angeordnete Diploëtrabekeln. Da das Reichsmuseum nur einen macerirten Schädel der sehr seltnen Cygnus coscoroba besitzt, so konnte ich denselben leider nicht durchsägen, es war mir aber doch möglich, da des sinus mit jeder Nasenhöhle durch eine sehr ansehnliche Oeffnung in Verbindung stand durch Hineinsehn und Sondiren eine einigermaassen deutliche Anschauung seiner innern Structur zu gewinnen: und so fand ich denn dass das auch hier vorhandne Septum ebenso wie der Boden jeder Kammer häutig sei, von Diploë war keine Spur vorhanden, der auf der Oberfläche des Schädels verlaufende Sagittaleindruck war aber noch mehr markirt als bei Cygnus musicus; sonst zeigte der Schädel noch einige Eigenthümlichkeiten, deren Beschreibung, als nicht hierher gehörig, ich auf eine andre Zeit verschiebe.

Bei manchen Individuen (aber durchaus nicht bei allen) der Hausrasse von Anser cygnoides erhebt sich auf der Stirn unmittelbar hinter dem Schnabel ein 20 *Mm.* langer, ebenso breiter und 11 *Mm.* hoher Höcker; nach hinten fällt derselbe sanft ab, nach vorn aber wölbt er sich der Gestalt über, dass an seiner Basis ein tiefer Einschnitt entsteht, längs dieser gewölbten Vorderseite verläuft eine mediane Furche, die sich auf der Oberseite zu einer Ansbuchtung erweitert. Im Innern dieses Höckers findet sich constant ein sagittales Septum, die so gebildeten beiden Hauptkammern zerfallen aber

Digitized by Google

durch mehrere unsymmetrisch angeordnete Quersepta in unregelmässige, secundäre Kammern; jedes dieser Kammersysteme communicirt mit der Nasenhöhle durch eine ansehnliche bis 3 *Mm.* im Durchmesser haltende runde Oeffnung. Nach meinem Dafürhalten wird auch diese Erhöhung durch eine besondre Entwicklung des ethmoidale gebildet und werden von diesem die Stirnbeine in die Höhe getrieben: denn, abgesehn von der Lage, die eine solche Annahme begünstigen würde, ist auch der tiefer gelegne Theil des ethmoidale, welcher sich an der Bildung des Augenhöhlenseptums betheiligt, in seiner obern Region stark aufgetrieben und theilweiss innen hohl. Aber dennoch glaub ich dass dieser Hohlraum, dieser Stirnhöcker, nicht, wie die zweite Höhle bei Anas clangula, als eine Erweiterung des Geruchsorgans angesehn werden darf, sondern dass sie nur ein pneumatischer Raum ist. Frische Exemplare, an denen ich eine Bestätigung dieser Ansicht hätte finden können, standen mir leider nicht zur Disposition, aber ich schliesse es daraus, dass einmal die Communicationsöffnungen durchaus nicht immer symmetrisch sind (die eine ist manchmal dreimal so gross wie die andre), was doch wohl der Fall sein würde, wenn es sich hier um eine mit dem Geruchsorgan in Zusammenhang stehnde Einrichtung handle, während es anderseits eine längst bekannte Thatsache ist dass am Vogelscelet gerade die Luftlöcher oft sehr unsymmetrisch auftreten, das auf der einen Seite kann klein und das entsprechende der andern Seite gross sein, bisweilen findet sich auch statt eines grossen eine Anzahl kleinere; ferner spricht gegen die Annahme eines Connexes mit dem Sinnesorgan, dass die Höhlungen im Innern wieder von secundären, *unregelmässigen* Septen durchzogen sind; drittens endlich ist er mir nicht wahrscheinlich dass Domestication einen solchen Einfluss haben könne; dass sie am Knochensystem Verändrungen hervorbringt, dafür giebt es Beispiele genug, aber dass sie an Sinnesorganen je eine und noch dazu so bedeutende Modification erzielt hätte, ist mir aus anderweitigen Fällen nicht bekannt, denn bei den Augen der Albinos handelt es sich doch wohl nur um eine erblich gewordne Hemmungsbildung, die auch inn wilden Zustand manchmal vorkommt. Es sei hier schliesslich des eigenthümlichen Factums gedacht dass die Schnabelfarbe der Culturrasse von Anser cygnoides wohl immer roth is, während die

Digitized by Google

wilden Individuen ausnahmslos einen schwarzen Schnabel haben.

Andre Verhältnisse als die im obigen beschriebnen zeigen sich bei Fuligula (Oedemia) nigra. Beim erwachsnen Männchen dieser Art erhebt sich auf dem hintern Theil des Schnabels ein Höcker von 5 *Mm.* Höhe (d. h. über die gerade Provillinie von den processus frontales der Zwischenkieferbeine zu den Stirnbeinen) und 12 *Mm.* Länge. Hat man das weiche Schnabelepithel entfernt, so zeigt es sich dass diese Erhöhung aus zwei seitlichen Höckern gebildet wird, welche in ihrem vordern Theil sich dicht an einander legen und nur eine schmale untiefe Furche zwischen sich lassen, an der hintern Seite jedoch ziemlich beträchtlich auseinander weichen. Diese so gebildete Erhöhung ist im Innern hohl und da sich entsprechend der auf der Aussenseite verlaufenden Furche auch hier ein medianes Septum findet, besteht sie eigentlich aus zwei Kammern oder Blasen. Jede dieser Blasen communicirt durch eine an der äussern Seite ihres Bodens gelegne, 5 *Mm.* lange und 2 *Mm.* breite Oeffnung mit der Nasenhöhle, der übrige Bodentheil jeder Kammer ist knöchern uud zwar ist der Knochen hier viel fester und dicker als der der Wandungen und des Septums, wo er nur zart und schon durch einen geringen Druck leicht zu beschädigen ist. Diese Blasen werden, wie sich aus der Lage ergiebt, durch eine Auftreibung der ossa nasalia und ganz besonders deren Stirntheile bewirkt, während der Boden von den Frontalfortsätzen der intermaxiallaria gebildet wird, die, unter den aufgetriebnen Nasenbeinen weg, an die Stirnbeine treten. Im Innern sind jene Kammern von einer sehr zarten, durchsichtigen Haut ausgekleidet, die sich unter dem Microscop als aus sehr schönen, regelmässigen, kernhaltigen Pflasterepithelzellen bestehend zeigt; Nervenfasern oder Endigungen, welche darauf hinweissen könnten, dass es sich auch bei diesem Höcker um eine Vermehrung der riechenden Oberfläche handle, konnte ich nicht auffinden; wohl aber bestand die Haut aus mehrern Schichten, und lag ohne irgend einem Substrat dem Knochen unmittelbar auf. Bei allen von mir frisch untersuchten Exemplaren, sieben an der Zahl, waren die Blasen oder Kammern durch Sand verunreinigt, von dem ich aber glaube, dass er erst während des Todeskampfes der Thiere eingedrungen war, alle waren an der hiesigen sandigen Küste geschossen. Während jede Kammer durch die

Digitized by Google

erwähnte Oeffnung im Boden mit der Region der Nasenhöhle communicirt, in der ein Theil des Geruchsorgans, die vordern häutigen Muscheln, aufgehängt ist, communicirt dieselbe nach hinten und unten mit einem eigenthümlichen erweiterten Appendix der Nasenhöhle: diese geht nehmlich nach hinten jederseits in eine genäumige knöcherne Tasche über, die entschieden nur das blasig aufgetriebne Ende des os maxillare ist; beim lebenden Vogel ist diese Tasche nicht zu bemerken, da sie nicht mehr vom Epithel des Schnabels überzogen ist, sondern schon unter der mit Federchen bedeckten Haut der Wangenregion, oberhalb des Jochbeins und nach Innen zum Theil auf den Gaumenbeinen, liegt: im Innern ist diese Tasche von einem Häutchen ausgekleidet, das in seiner Structur vollkommen mit dem der Höckerblasen übereinkommt.

Diese eigenthümliche Modification findet sich nur an den nasalia und maxillaria der geschlechtsreifen Männchen, noch die Entriehe des ersten Jahres haben im Winter ein Gefieder das dem der Weibchen nahezu gleichkommt und bei schon gut entwickelten Hoden findet sich auf dem Schnabel durchaus keine Erhöhung. Die Behauptung NAUMANNS[1] aber, dass der "Knollen" wie er jenen Höcker nennt, in der Begattungzeit stärker als zu andern Zeiten anschwelle, scheint mir einer genauern Bestätigung gar sehr zu bedürfen; dass eine so plötzlich Verändrung im Knochensystem für eine nur kurze Zeit einträte, ist mir kaum glaubhaft; jedoch habe ich beobachtet dass bei verschiednen Exemplaren vollkommen ausgefärbter und erwachsner Männchen in ein und derselben Jahreszeit (im Januar) der Höcker verschieden entwickelt war, und es ist mir sehr wahrscheinlich dass je älter das Thier wird jene Erhöhung, auch noch nach eingetretner Geschlechtsreife, an Grösse zunimmt. Freilich soll auch, wie mir von mehrern Seiten versichert wurde, die Stirn der männlichen Pelicane sich während der Begattungszeit ganz auffallend vorn über wölben, aber hierbei hat man es, nach meinem Dafürhalten, doch wohl nur mit irgend einer Verändnung im Hautsystem aber keines Weges mit einer Metamorphose der betreffenden Schädelknochen zu thun. Bis jetzt konnte ich diese Erscheinung leider nicht untersuchen; Pelicane erfreuen sich auch in den Thier-

[1] NAUMANN, Naturgesch. der Vögel Deutschl. Th. XII pg. 111.

Digitized by Google

gärten eines ausgezeichneten Gesundheitszustandes und während der Begattungszeit sterben sie vollends am allerseltensten.

Eine Erscheinung, die dem Verhalten bei Fuligula (Oedemia) nigra zum Theil sehr ähnlich ist, findet sich bei Fuligula spectabilis. Ein *knöcherner* Höcker fehlt hier allerdings aber der hintere Theil des Schnabels ist wie bei Fulig. nigra, aber in noch viel bedeutenderm Grade, aufgetrieben. Jede dieser Auftreibungen schliesst durch ihre hintere kuglig hervortretende Wandung die Nasenhöhle von der Augenhöhle grösstentheils ab, im übrigen liegt sie hauptsächlich auf dem entsprechenden Gaumenbein und tritt nach Innen niedriger werdend bis an den Vomer, so dass dieser und weiter nach vorn das knöcherne Nasenseptum sie von der der andern Seite trennt. Bei der grossen Ausdehnung jener Anschwellungen, die namentlich viel früher als bei Fulig. nigra, nähmlich unmittelbar hinter dem Nasenloch, beginnen, haben die maxillaria gewiss die betreffenden processus maxillares der nasalia vor sich hergetrieben. Einen sehr deutlichen Beweiss aber dass man es in diesem Falle mit einer Metamorphose der Kieferbeine zu thun hat, sehe ich an einem mir vorliegenden Schädel, bei dem jederseits auf der Aussenfläche des knöchernen Schnabels, von der Stelle wo der Jochbogen an denselben tritt bis unten an das lacrymale, eine seichte Furche in nach vorn convexen Bogen verläuft, welche Furche deutlich dem Hinterrande des Kieferfortsatz des Nasenbeins entspricht. Es haben die maxillaria bei den Vögeln überhaupt und ganz besonders bei den Schwimmvögeln eine grosse Neigung sich auszudehnen, wobei sie sich häufig in Spongiosa auflösen und MAGNUS[1] wird gewiss in vielen Fällen Recht haben wenn er ihnen und besonders ihren Gamnenfortsätzen ein vicariirendes Eintreten für die Nasenmuscheln zuschreibt. Im gegenwärtigen Falle aber werden doch wohl, wie für Fulig. nigra bewiesen wurde, diese Anschwellungen der maxillaria eine andre Bedeutung uud andre Ursachen haben. Erstens kommen dieselben nehmlich, wie bei Fulig. nigra, in einer solchen Ausdehnung nur den erwachsnen Männchen zu, dann aber fand ich, obwohl ich über keine frischen oder in Spiritus auf-

[1] Zeitschr. f. w. Z. B XXI, Untersuch. ü. d. knöchern Vogelkopf. (pg. 71 des Sep. Abdr.)

Digitized by Google

bewahrten Exemplare verfügen konnte, doch im Innern eines schlecht macerirten Schädels eine Vorrichtung die mir dagegen zu sprechen scheint. Im hintern Theile jeder Seite der Nasenhöhle sind nehmlich zwei Etagen, die durch eine, zwischen äussrer Wandung der Nasenhöhle selbst, obern Rande des die Augenhöhle von der Nasenhöhle abschliessenden, hintern Theils der Anschwellung und zwischen dem Vomer, respective dem knöchernen Nasenseptum ausgespannte, knorplige Membrane von einander geschieden werden. Ich glaube nun, gestützt auf die Befunde bei Fulig. nigra, dass in der obern Etage ein Theil des Geruchsorgans liegt, dass aber die untre, also die eigentliche Anschwellung, hier wie dort von jener zarten Haut ausgekleidet ist.

Was die physislogische Bedeutung und die Ursache jener Erhöhungen und Anschwellungen betrifft, so drängt sich gerade für die Lamellirostren von selbst das Vermuthen auf, dass sie zu dem Geschlechtsleben der Thiere in irgend welcher Beziehung stehn; meist doch sind die Männchen allein auf solch eine Weise ausgestattet, bei den Weibchen findet sich höchstens eine schwache Anlage (z. B. bei Biziura leucocephala). Andrerseits ist es nicht ohne Interesse, dass es Arten giebt die allerdings auch einen dergleichen Höcker haben, bei denen er aber einer knöchernen Stütze entbehrt, wo er nichts als eine Hautverdickung ist, so die Knollen am Ende des Oberschnabels unseres gewöhnlichen Schwanes (Cygnus olor), bei Anas tadorna[1] und im stärksten Grade bei Anas melanota; zwischen diesen und Fulig. nigra, bei der sowohl der Höcker als auch die seitlichen Anschwellungen knöchern waren, steht spectabilis eigentlich in der Mitte, die seitlichen Anschwellungen sind wie bei nigra Knochenblasen, aber der Stirnhöcker gehört wie bei Cygnus olor der Haut an; ganz ähnliche Erscheinungen werden wir bei den Hühnervögeln wiederfinden.

Es liegt in der Natur der Sache, dass "sexual Selection", die doch wohl die Ursache der meisten, wenn nicht aller jener Erscheinungen ist, auf das Aeussre der Vögel wirkt, es handelt sich um

[1] Diesen Vogel konnte ich frisch untersuchen und fand dass das Innre des Höckers aus fetthaltigem Bindegewebe bestand.

Digitized by Google

eine Representation nach Aussen, und wie diese erworben wird, welche Theile und auf welche Weise dieselben verändert werden, bleibt gleichgültig, wenn nur das Resultat dasselbe ist.

II.

Tauben, Huehner, Casuare, Grus pavonia.

Wenn ich in diesem Abschnitt eine Reihe von Höckerformen zusammenstelle, die weder unter einander eine grosse Aehnlichkeit haben, noch auch bei systematisch nah verwanden Vögeln vorkommen, so geschieht dies hauptsächlich deswegen, weil was ich bei den einzelnen Familien auffand zu wenig war als dass es eigne Abschnitte hätte formen können, denn eines Theils war das mir zu Gebote stehende Material gerade in diesen Fällen nur mangelhaft, andrerseits lässt sich aber auch factisch nicht viel mehr darüber sagen; zu interessanten Complicationen in anatomischer Hinsicht kommt es kaum, von mehr Interesse aber mögen vielleicht einige allgemeine Beobachtungen und Bemerkungen sein, die hier wohl am besten einen Platz finden werden.

Unter den Tauben zeichnen sich einige Mitglieder der Unterfamilie der Carpophaginen durch Höcker an der Basis des Oberschnabels aus; diese werden aber lediglich, — wovon ich mich durch Druck und Nadelstiche überzeugen konnte, denn zur anatomischen Untersuchung stand mir kein Exemplar dieser seltnen Thiere zu Gebote, — durch die Wachshaut gebildet. Insofern gehörte ihre Betrachtung eigentlich nicht in den Kreis gegenwärtiger Untersuchung, ich glaube aber dass man durch die Art des Auftretens in dieser Familie auch Licht für die Entstehungsweise der knöchernen Höcker bei andern Vögeln erhält. Bei Carpophaga (Globicera) pacifica Reich. ist die Anschwellung der Wachshaut unbedeutend, von schwarzer Farbe, bei rubricera Gray. ist sie viel ansehnlicher und schön roth. Am interessantesten gestalten sich aber die Verhältnisse bei einer dritten Art, bei der roseïnucha, Schlegel; dieser Vogel findet sich in zwei Rassen, die einen verschiednen Verbreitungsbezirk haben.

Digitized by Google

Die eine Rasse kommt von Neu-Guinea und hat im erwachsnen Zustand in beiden Geschlechtern einen oft ansehnlichen schwarzen Höcker; diese Rasse gehört also zum Untergenus Globicera, wohin sie WALLACE [1] auch unter dem Namen von *Globicera tumida* bringt, da ja für dieses Untergenus gerade das Vorhandensein einer Anschwellung an der Basis des Oberschnabels als das charactristische Kennzeichen angesehn wird [2]; WALLACE irrt sich aber wenn er diese Verdickung mit dem Höcker von Anser cygnoides vergleicht, der wie ich oben gezeigt habe, dem Knochensystem angehört, eine Vergleichung mit Anas tadorna wäre passender gewesen. Eine zweite Rasse dieser roseïnucha kömmt von der Ceram-Laut Gruppe, sie gleicht der vorigen vollkommen nur fehlt ihre jene Anschwellung der Wachshaut, sie muss also nach den Begriffen der neuren Systematik in ein andres Genus resp. Untergenus gebracht werden, und das thut denn auch WALLACE der sie als *Carpophaga concinna* beschreibt. Allerdings ist die Iris der Neu-Guinea-Rasse nach WALLACE blutroth — (und diese Angabe finde ich in den handschriftlichen Verzeichnissen des verstorbnen Dr. BERNSTEIN, die sich auf seine Sendungen beziehn und im hiesigen Reichsmuseum bewahrt werden, bestätigt,) — hingegen die der Ceram-Laut Rasse orange, womit die Angabe in den Sammlungslisten von VON ROSENBERG übereinstimmt. Aber die Farbe der Iris berechtigt meines Einsehns nicht dazu eine Species in zwei zu spalten, dergleichen Erscheinungen finden sich öfter, so hat Cacatua sulphurea auf Flores und Timor eine braune, auf Celebes aber eine rothe Iris [3], beim Microglossus aterrimus von Wokam (in der Arou-Gruppe) ist dieselbe röthlich bei den Exemplaren von Neu-Guinea aber braun; und von unserm Buteo vulgaris könnte man auf diese Art Species genug fabriciren, die Iris dieses Vogels hat, was die Farbe betrifft, einen

---

[1] Ibis 1865, pigeons of the malay Archipel, pg. 365—400.

[2] Siehe die Gattungsdiagnose bei Bonaparte conspectus av. T. II pg. 30. Wenn hier steht im Hochzeitskleid (nuptiarum tempore) schwelle die Wachshaut auf diese Art an, so muss ich dies bis jetzt noch bezweifeln; das in den Sammlungen befindliche Material ist noch viel zu gering um dieses Factum constatiren zu können und ich kenne bei den auf Vögelköpfen vorkommenden Höckern keine analoge Erscheinung, abgesehn vielleicht bei Pelicanen.

[3] SCHLEGEL, Muséum d'hist. nat. de Pays-bas, Li v. 5, Psittaci pq. 139.

Digitized by Google

grossen Variationskreis vom hellsten Gelb bis zum tiefsten Braun kommt sie vor und nicht etwa als Altersunterschied sondern als lebenslang bleibender Charakter. Zugegeben nun auch dass man jene beiden Taubenrassen als eigne Species ansehn und meinetwegen auch beschreiben kann, je nach dem Standpunkt auf dem man sich stellt, so will es mir doch nun und nimmermehr einleuchten diese beiden in zwei verschiedne Untergenera einzuordnen; jene Anschwellungen beweisen wenig, aber am allerwenigsten berechtigen sie nach meinen Einsehn zur Aufstellung neuer Genera!

Sehr interressant und wie ich glaube, von sehr grosser Tragweite bei Beurtheilung dieser Frage ist der Umstand, dass es Culturrassen von Tauben giebt, deren Wachshaut wie bei "the english carrier" [1] und in geringerm Grade bei den andern Unterrassen der so genannten "türckischen Taube", ebenso wie bei der Neuguinea-Rasse der wilden roseinucha, einen starken Knollen bildet: wir haben hier also eine parallele Erscheinung zu dem Verhalten mancher Individuen der Culturrasse von Anser cygnoïdes zu andern Lamellirostren, die wie z. B. Fuligula nigra durch einen knöchernen Höcker ausgezeichnet sind.

Einer zweiten nicht minder, wenn auch in andrer Hinsicht, merkwürdigen Erscheinung sei hier gedacht. SCHLEGEL [2] beschrieb im Jahre 1865 unter dem Namen von Ptilopus insolitus eine allerdings ganz ungewöhnliche Ptilopusform. Dieselbe, wahrscheinlich von den Neu-Hebriden herrührend, war sehr beschädigt und ein offenbar junges Individuum, das Sonderbarste war nun dass dieser Vogel an der Basis der Oberschnabels einen ansehnlichen 4 *Mm.* hohen, festen knöchern Höcker trug, eine für das Genus Ptilopus gewiss einzige Erscheinung! Es hat sich aber jetzt herausgestellt und Herr Director SCHLEGEL hat mich selbst darauf aufmerksam gemacht, dass es sich bei diesem Höcker von Pt. insolitus sicher nur um einen krankhaften Zustand, um ein pathologisches Gebilde handle; aber trotz dem ist dieser Fall höchst interessant und nach meiner Meinung von grosser Bedeutung bei der Betrachtung aller jener Höcker, er giebt einen neuen Gesichtspunkt bei der Frage nach

[1] DARWIN, Anim. and plants under domest. Vol I pg. 140, mit Abbildung.

[2] Nederlandsch Tijdschr. v. dierkunde, 1 jaarg. pag. 61.

Digitized by Google

dem Ursprung derselben, und werde ich am Schluss dieser Abhandlung Gelegenheit habe gerade hierauf speciel zurück zu kommen.

Bei Hühnervögeln sind Auszeichnungen am Kopfe eine viele gewöhnlichere Sache als bei Tauben, ja als bei irgend einer andern Vogelfamilie; dieselben werden auf sehr verschiedne Weise gebildet: bald sind es, wie beim Pfau, Federbüsche, bald ist es eine pigment- und gefässreiche, mehr oder wenig erectile Entwicklung gewisser Hautpartien, so beim Truthahn und unserm gewöhnlichem Haushahn, bald endlich sind es aber auch dem Knochensystem angehörende Höcker und Erhöhungen; alle diese Erscheinungen haben denselben Grund und dieselbe Wirkung, sie treten in ihrer Verschiedenheit vicariirend für einander auf, für welche Ansicht es ein besonders treffender Beweis ist, dass in ein und demselben Genus bei sonst oft sehr nah verwanden Arten dergleichen Auszeichnungen vorkommen die verschiednen Systemen des Körpers angehören; dieselbe Erscheinung also wie bei Cygnus olor und Fuligula nigra, aber weil eben in ein Genus zusammengedrängt noch pregnanter.

So haben im Genus Crax die Arten Alberti, rufa, alector und andre auf dem ganzen Oberkopf von der Schnabelwurzel an eine stattliche Haube, welche aus eigenthümlichen, gelockten Federn besteht, die härter und glänzender als das übrige Gefieder sind; bei Cr. carunculata gesellt sich zu dieser Haube an der Wurzel des sonst schwarzen Schnabels eine rothe, ziemlich stark verdickte Wachshaut, so dass hierdurch das Ende des Oberschnabels wesentlich erhöht erscheint; bei globicera is diese Wachshaut gelb und in der auf dem Schnabelfirst gelegnen Region erhält sie eine knöcherne Stütze, welche von den unmittelbar über dem Nasenlöchern gelegnen Theil der Stirnfortsätze des Zwischenhiefers gebildet wird, nicht sehr hoch ist (3 *Mm.*) an der Basis die Breite der beiden Stirnfortzätze selbst (7 *Mm.*) und eine Länge van 18 *Mm.* hat, der Federbusch ist noch sehr ansehnlich. Crax mitu zeigt eine grössre auf dieselbe Weise gebildete Erhöhung der processus frontales der intermaxillaria wie globicera, welche jedoch keiner Anschwellung der Wachshaut zur Stütze dient; diese ist vielmehr verschwunden, und ist ebenso während der Höcker stärcker wurde die Federhaube sehr viel schwächer geworden. Der Excess einer solchen knöchernen, Anschwellung findet sich bei Cr. pauxi, hier trägt der Schnabel

Digitized by Google

einen kolossalen, birnförmigen Körper von 68 *Mm.* Höhe, dessen Umfang an der dicksten Stelle, einige 40 *Mm.* oberhalb der Basis 140 *Mm.*, an der Basis selbst aber noch 88 *Mm.* beträgt, er ist daher so gross wie der ganze Schädel des Vogels ohne den Schnabeltheil. Auf der Aussenseite dieses Körpers, der von einem schwarzen dünnen Hornepithel bedeckt ist, verlaufen zahlreiche durch Anastomosen verbundene, seichte Längsfurchen, welche Furchen sich ebenso auf dem unterliegenden Knochen wiederfinden. Die Wandungen dieses Knochens sind äusserst schwach, noch nicht 0.25 *Mm.* dick, im Uebrigen ist er spongiös. Im untern Drittel ist die Spongiosa sehr zart und locker, die Trabekeln sind dünn und die Maschen klein, im obern Theil werden die Maschen grösser und sparsamer, die Trabekeln sind zu feinen Blättern verschmolzen; in ihrer Anordung aber regelmässige Züge nach zu weisen gelang mir nicht. Dieser Höcker ist pneumatisch und communicirt mit dem innern Hohlraum des Schnabels, der seine Luft wieder durch ein in dem knöchernen Nasenseptum (das bei allen andern Arten, soweit ich dieselben untersuchen konnte, häutig ist) jederseits vorhandnes Luftloch erhält. Bei dieser colossalen Entwicklung des Schnabelhöckers hat Crax pauxi den Federbusch bis auf die leiseste Andeutung vollkommen eingebüsst.

Aehnlich wie die Crax-Arten verhalten sich die Mitglieder des Genus Numida, zwei von ihnen haben oben auf dem Kopf einen Federbusch, nehmlich plumifera und cristata, bei den andern Arten findet sich an derselben Stelle ein hoher knöcherner Höcker, der von meist lebhaft rother Haut überzogen beiden Geschlechtern gemeinsam zukommt; im Uebrigen sehn sämmtliche Arten einander sehr ähnlich, sie sind alle schwarz oder dunkelgrau mit weissen Tropfen. Jener Höcker erreicht seine grösste Stärke bei Numida mitrata wo er 16 *Mm.* hoch und an der Basis 21 *Mm.* lang ist. Er stellt bei allen Arten einen seitlich sehr stark zusammengedrückten Kegel dar, der vorn sanft in die Höhe steigt, nach hinten aber schroff abfällt, wobei häufig seine Spitze ein wenig überhängt; er wird aus dicht mit einander verschmolznen Theilen der Stirnbeine gebildet und ist innen grob spongiös.

Bei Megacephalon maleo findet sich auf der hintern Gegend des Kopfes eine kahle besonders nach hinten erhöhte Stelle, die von

Digitized by Google

starkem schwarzen Epithel bedeckt ist; bei dem ganz jungen Vogel ist diese nackte Hervorragung noch nicht entwickelt, der Kopf wölbt sich überall gleichmässig und ist ganz mit Federn bedeckt: nach meinen Untersuchungen an einer schönen Suite im Leidner Museum ist dieser Höcker bei ganz alten Weibchen ebenso stark wie bei ganz alten Männchen, nach WALLACE [1] wäre dies aber nicht der Fall; dieser Forscher giebt an derselbe sei beim Weibchen schwächer, er scheint aber kein sehr grosses Material untersucht zu haben, vielleicht waren die Weibchen die er erbeutete lauter jüngere Individuen. Es sind bei diesem Vogel die Scheitelbeine, welche bis auf 15 *Mm.* verdickt eine gegen das Hinterhaupt scharf abgegrenzte Hervorragung bilden, im Innern ist dieselbe von einer ungemein zarten Spongiosa erfüllt, so zart wie ich sie sonst weder bei einem Vogel noch bei einem Säugethier je angetroffen habe, dieselbe folgt wie ein wirklicher Badeschwamm auch dem leissesten Druck, ihre dünnen und feinen Trabekeln zeigen keine besondere Anordung, denn der Höcker ist wohl kaum Drucken ausgesetzt und dann wird das starke Epithel manchen Schutz gewähren; die Maschen sind klein und polygonal, die äussre Wandung des Höckers ist für das blose Auge unmessbar fein und so durchsichtig wie Pauspapier. [2]

Die Casuare schliessen sich, was die Erhöhungen auf dem Kopf betrifft, dicht an die Hühnervögel an. Diese austral-asiatischen Struthionen bilden zwei wohlgeschiedne Genera: die Mitglieder des einen kommen blos von Australien, haben wenn auch einen nur schwach befiederten so doch keinen nackten Hals und auf dem Schädel keine Anschwellung (Dromaïus), die Arten des andern Genus, das eine grössre Verbreitung, von Ceram bis zur Nordküste Australiens hat, haben einen nackten, lebhaft gefärbten Hals und einen starken Wulst auf dem Kopf, es sind die eigentlichen Casuare, die Helmcasuare. In diesem Genus (Casuarius) kann man nach der Form des Höckers wieder zwei Gruppen unterscheiden: zur einen gehören galeatus

---

[1] Malay Archipelago. Vol. I pg. 416.

[2] Die Höcker der Hollenhühner gehören nicht hierher: es sind Auftreibungen der Stirnbeine deren Ursache in einer krankhaften Bildung des Gehirns zu suchen ist, wie Hagenbach (Müllers Archiv, 1839, pg. 311) nachgewiesen hat.

Digitized by Google

und bicarunculatus, bei ihnen ist der Helm wulstförmig (bei galeatus höher wie lang) von den Seiten her zusammengedrückt und oben abgerundet; der Höcker der andern Gruppe (Bennettii und uniappendiculatus) ist kleiner bildet eine dreiseitige Pyramide mit einer in sagittaler Richtung verlaufenden Haupt-Kante, die Seitenflächen sind eingedrückt die hintere ebne Fläche scheint daher mit ihren Rändern über dieselben hervor zu springen. Eine fünfte Casuarart kommt von der Nordküste Australiens ist aber so gut wie unbekannt, von ihrem Horn findet sich blos angegeben[1] dass es „roth" sei, was eine sehr interessante Erscheinung wäre: es ist übrigens auffallend dass bei den Arten der zweiten Gruppe, bei denen also das Horn geringer entwickelt war, auch die Hautanhänge am Halse sich bei der einen Art auf einen beschränkt haben bei der andern aber vollkommen fehlen. Bei sämmtlichen Arten ist der Helm von einem eben solchen Epithel, das die Kieferscheiden bildet überdeckt: an dem jungen eben ausgekrochnen Vogel ist von der zukünftigen Erhöhung auf dem Kopf noch weiter Nichts zu sehn, wohl aber erstreckt sich wie bei Fulica atra das Schnabelepithel als dünnes Blättchen zwischen die Augen auf die Stirn; während nun der Vogel wächst bildet sich langsam unter diesem Blättchen eine An-

---

[1] Nach F. Müller (Proceeding of zool Soc. 1867, pg. 241) wäre das Horn hellbraun.

Als obiger Aufsatz schon geschrieben und eine Veränderung im Text aus besondern Gründen nicht mehr thunlich war, erhielt ich die erste Ablieferung der Proceed. of. Z. S. für 1871 und fand hier auf pg. 32 eine Abhandlung von Professor Flower über das Scelet der C. australis Derselbe giebt eine durch einen Holzschnitt erläuterte Beschreibung des Hornes: hier nach ist dasselbe in dieser Species sehr bedeutend entwickelt u. unterscheidet sich von dem der galeatus besonders dadurch, dass die Spitze weiter nach vorn zuliegt und die beiden Ränder nahezu gleich lang sind, der vordre verläuft vertical und ist nur schwach concav, während der hintere sanft nach vorn zu aufsteigt und etwas convex ist. Flower beansprucht für die Bildung des Helms auch die Theilnahme der Frontalia und Parietalia, welche Ansicht ich bis jetzt nicht theilen kann, eine Theilnahme der Lacrymalia möchte ehr statt finden. Wenn er aber vermuthet, dass bei galeatus die Grösse des Helms auch abgesehn vom Alter variire, so möchte ich zweifeln ob dies ganz richtig ist, die drei von ihm untersuchten Scelette können ausgewachsen gewesen sein ohne dass deshalb der Helm bei allen schon seine vollkommene Entwicklung erreicht hatte. Ich verweise zur Rechtfertigung meiner Zweifel auf die im Text mitgetheilte Beobachtung, die man im Thiergarten zu Amsterdam an dem lebenden uniappendiculatus gemacht hat.

Digitized by Google

schwellung unterliegender Knochen, die indem sie sich immer bedeutender entwickelt auch von dem sich zugleich ausdehnenden Epithel überzogen wird; dies Wachsthum geht, wie man an einem lebenden uniappendiculatus im Thiergarten zu Amsterdam zu beobachten Gelegenheit hatte, bis in's sechste oder siebente Jahr, während sonst der Vogel schon vollkommen ausgebildet ist, langsam und nach und nach vor sich; zu dieser Zeit bekömmt es aber einen plötzlichen Ruck, so dass nun in wenigen Wochen der Helm seine grösste Entwicklung erhält. Was nun die knöcherne Grundlage dieses Helmes angeht so wird sie fast allgemein als durch eine Metamorphose der Frontalia gebildet angesehn, TIEDEMANN, MECKEL, SELENKA und MAGNUS [1] sprechen sich im diesem Sinne aus, OWEN [2] erwähnt zwar des Hornes ohne sich aber in weitere Erklärungen, durch welche Knochen es bewirkt sei, einzulassen. PARKER [3] giebt jedoch in seiner grossen Monographie über die Entwicklung des Straussvögel-Schädels gestützt auf ein ganz einziges Material bestimmt an, der Helm der Casuare, besonders des Mooruk (C. Bennettii) sei eine besondre Entwicklung der Ethmoidale, diese Behauptung belegt er (auf Tafel X fig. 18 k. 20 und auf Tafel XIV, fig. 1) durch sehr instructive Abbildungen.

Auch die Beschaffenheit des Höckers beim erwachsnen Vogel ist noch nicht ganz genau untersucht; HARWOOD [4] hatte behauptet die Spongiosa derselben stände in unmittelbarer Verbindung mit der Nasenhöhle, ja sie sei „offenbar von der Natur zur grössern Ausbreitung der Nerven bestimmt"; beiden Angaben tritt MECKEL [5] entschieden entgegen, er konnte weder einen Zusammenhang der Nasenhöhle mit dem Helm noch einen häntigen Ueberzug oder gar Endigungen der Gersuchsnerven in denselben constatiren.

Mir standen zwei Schädel von Casuarius galeatus zur Verfügung;

---

[1] TIEDEMANN, Zoologie B. II, pg. 171
MECKEL, Syst. d. vergl. Anat. B. II, 2te Abth. pg. 184.
SELENKA, Bronns Class & Ord. B. VI, Abth. 4, pg. 24.
MAGNUS, l. c. pg. 13 der Separat. Abdrucks.

[2] R. OWEN, The Anatomy of Vertebrates, II, pg. 63.

[3] K. PARKER, philosoph. Transactions, 1865.

[4] HARWOOD, System der vergl. Anat. & Physiolog. übersetzt etc. von Wiedemann, 1799, pg. 32.

[5] Archiv. f. Anat. & Phys. 1832, pg. 363.

Digitized by Google

der eine derselben ist sehr instructiv, er gehört einem halbwachsnen Individuum an, alle Näthe sind noch an ihm sichtbar; der zweite Schädel ist zwar der eines erwachsnen Vogels, aber das Horn hat seine grösste Entfaltung bei weitem noch nicht erreicht, den Schädel eines in allen Hinsichten ausgebildeten Exemplars habe ich mir trotz der grössten Mühe nicht verschaffen können, zwar besitzt das hiesige Reichsmuseum das wundervolle Scelet eines ganz alten Vogels mit einer Entwicklung des Helms, wie ich sie sonst nie gesehn habe, aber ich konnte natürlich den Schädel nicht zersägen und so das ganze Scelet verderben.

An dem jungen Schädel finde ich die Angaben PARKERS vollkommen bestätigt: die Nasalia und besonders das Ethmoidale sind nach oben stark aufgetrieben, mit ihrem hintern Drittel haben sie sich auf die Stirnbeine gelegt, der auf diese Art gebildete Höcker hat eine Gesammtlänge von 70 *Mm.*, ist 24 *Mm.* breit und seine höchste Höhe beträgt 15 *Mm.* Im vordern Theil sind die Nasalia sehr breit und das Ethmoidale nur schmal, in der hintern Region tritt aber das umgekehrte Verhältniss auf, hier wo das Ethmoidale sehr breit wird, liegt zugleich auch der höchste Punkt des Höckers, gleichsam ein zweiter Höcker auf dem ersten, nach hinten rundet dieser sich sanft, nach vorn aber fällt er ziemlich schroff ab. Dieser Höcker wird von dem hintersten Drittel des Ethmoidale gebildet, die beiden vordern Drittel desselben liegen etwas tiefer als der Innenrand der Nasalia, so dass hierdurch auf dem ersten, auf dem Haupthöcker, eine breite und seichte Furche zu Stande kommt, deren Boden eben vom Vordertheil des Ethmoidale gebildet wird. Es ist auffallend dass der Höcker auf der Oberfläche in seiner Structur wesentlich von den übrigen Schädelknochen abweicht, seine Farbe ist viel bräunlicher, was wie ich glaube auf einen stärkern Fettgehalt dieser Theile beim lebenden Thier hinweist, ausserdem ist er glanzlos, fein porös, wie mit Nadelstichen überdeckt. An jeder Seite gleich oberhalb des Lacrymale finden sich eine Reihe (5—7) nicht unansehnlicher foramina nutritia, die am mehr entwickelten Schädel zugleich also mit den Gefässen denen sie zum Durchtritt dienen, obliterirt sind und nur noch als flache Grübchen erscheinen. Obgleich, wie bemerkt, der zweite Schädel den ich untersuchen konnte, nicht vollkommen ausgewachsen ist, so kann ich doch MECKELS Angabe bestätigen: eine Communication

Digitized by Google

mit der Nasenhöhle findet am Helme nicht statt, wohl aber communicirt sein Innres mit den von Diploë ausgefüllten übrigen Schädelknochen; es ist das Innre des Höckers spongiös, die Trabekeln sind zart und die Maschen gross; regelmässige Züge konnte ich in der Spongiosa nicht unterscheiden, vielleicht finden sich dergleichen aber wohl bei vollkommen entwickelten Schädeln.

Am Schluss dieses Abschnitts sei noch eines interessanten Vogels, der Grus pavonia gedacht, dessen Kopf äusserlich zwar keine Hörner oder Höcker aufweist, bei dem aber die Schädelknochen nichts desto weniger sehr auffallend verändert sind. In allen ist die Diploëbildung sehr stark aber nicht in allen Theilen gleichmässig, am bedeutendsten ist sie in der Stirnregion entwickelt, indem die Knochen hier bis 6 *Mm.* dick werden; ferner hinter der Orbita, am Ende der Linie die der grossen Portion des temporalis (die bei alten Individuen von verknöchteren Sehnenstreifen durchzogen ist) zum Ursprung dient. Oben auf dem Schädel, auf den Scheitelbeinen, findet sich ein dreieckiger Eindruck dessen Spitze nach vorn und dessen Basis gleich oberhalb des Hinterhauptsbeines liegt, jederseits neben diesem Eindruck erhebt sich ein warzenartiger, runder Höcker (Grus pavonia ist der Vogel, den ich in der Einleitung als den einzigen erwähnte, der auf dem Kopf symmetrisch gelegne knöcherne Erhöhungen habe). Diese Knochenentwicklung steht in einem merkwürdigen Verhältniss zu der Entwicklung des Gefieders, das auf dem Kopf dieses Vogels so eigenthümliche Verhältnisse annimmt. Der vordre gewölbte Stirntheil des Schädels wird von den schwarzen, sammtartigen, kleinen Federchen bedekt, während hinten genau auf dem dreieckigen Eindruck die Strahlenkrone steht, die Grus pavonia so besonders ziert. Bei dem jungen Vogel, der noch ein weiches, bräunliches Gefieder hat, ist auf dem Kopf noch keine Spur der starren Schäfte der Haube vorhanden, aber doch sind in der Gegend wo diese einst auftreten wird, die weichen Jugendfedern stärker entwickelt als an den andern Theilen des Kopfes und des Halses.

Aenliche spongiöse Auftreibungen aber ohne dass es zur Bildung von Höckern käme, erleiden bekanntlich die Schädel der meisten Eulenarten und des Auerhahns; dass die Trabekeln dieser Spongiosa, bei den Eulen wenigstens, regelmässig angeordnet sind hat SELENKA [1] gezeigt.

[1] l. c. Tab. 1. Fig. 6.

Digitized by Google

III.

Die Nashornvoegel.

Diese Vögel erregten vom Anfang ihres Bekanntwerdens an durch die abenteuerlichen Gestalten ihrer Schnäbel die grösste Aufmerksamkeit: man fand bald wie leicht der ganze Schädel und wie weiter das Horn zum grössten Theil hohl sei. Indem man nach Erklärungen suchte, was wohl dieser Hohlraum zu bedeuten habe, welche Rolle er in der Oeconomie dieser Vögel spiele, verfiel man auf die sonderlichsten Hypothesen, bald sollte er, ähnlich wohl wie die Backentaschen der Affen, ein Aufbewahrungsplatz für Speisen sein, bald muthmaasste man, dass er zu einer Art von Wasser-Reservoir diene. Erst als man die Pneumaticität der Vogelknochen und deren Bedeutung kennen lernte, kam man auf die Idee ob es sich bei diesen merkwürdig leichten, zellig gebauten Schnäbeln nebst Hörnern nicht etwa auch um einen pneumatischen Apparat handle. Die ersten, die meines Wissen dies aussprachen, waren Wiedemann und Blumenbach.[1] Besonders bestätigt und weiter ausgeführt wurde diese Vermuthung durch Tiedemann und Meckel[2], welcher letztere auch von dem Horn der Nashornvögel, wie von dem Helm des Casuars, gegen Harwood bewies, dass dasselbe mit dem Geruchsorgan in gar keinem Zusammenhang stände. Diese Ansicht hat man denn auch ziemlich allgemein fest gehalten und wenn Capitain Begbie[3] die Hypothese aufstellt, der Hohlraum im Horne stehe mit dem Kehlkopf in Verbindung und wenn er glaubt die Stimme des Vogels werde auf diese Weise, wahrscheinlich wie durch eine Art Resonanzboden, verstärkt, so muss man dergleichen Annahmen einem Manne zu gute halten, der gewiss ein tüchtiger Beobachter des Vogellebens ist, aber in der Zootomie doch nicht sehr erfahren zu sein scheint, einfache Autopsie, zu der er in Indien Gelegenheit genug hatte,

---

[1] Wiedemann bei Harwood l. c. pg. 82 in der Note.
Blumenbach, Handb. der vergl. Anat. 1805, pag. 254.
Abbild. naturhist. Gegenst. No. 24.

[2] Tiedemann l. c. pg 113.
Meckel, Archiv. f. A. und Ph. 1832, pg. 363.

[3] Ann. N. H. XVII, pg. 404.

Digitized by Google

würde ihn von der Grundlosigkeit dieser Idee bald überzeugt haben.

Getheilter sind bis in die neuste Zeit die Ansichten über die Knochen, welche die Grundlage, die Träger des Hornes bilden; nach CUVIER, TIEDEMANN, KÖSTLIN, SCHLEGEL und SALOMO MÜLLER[1] wären es die Stirnbeine, nach MECKEL und MAGNUS,[2] der zuerst den Schädel eines jungen Vogels untersuchen konnte, wären es jedoch die Stirnfortsätze des Zwischenkiefers und die Nasenbeine.

Da auch mir unter dem hiesigen, reichen Material der Schädel eines jungen Individuums von Buceros plicatus zur Verfügung stand, so will ich die Beschreibung des Gesichtsschädels wenigstens kurz voraufschicken.

Während der knöchern Schnabel des erwachsnen Vogels jenes den Coccygomorphen und Psittacinen eigenthümliche Verhalten aufweisst, dass nehmlich seine ganze Continuitaet nirgends von Lücken, weder in der Umgebung der Nasenlöcher, noch in der Palatinalgegend, noch endlich in jenem für die Vögel so charaktristischen, nach hinten vom lacrymale, nach oben vom Maxillarforsatz des Nasenbeins und nach unten von Theilen des Kiefer- und Zwischenkieferbeins begrenzten, dreieckigen Raum durchbrochen wird, sondern dass er überallhin eine gleichmässige, knöcherne Wandung besitzt, so zeigt der junge Schädel ganz andre Verhältnisse die deutlich darthun wie jene geschlossne Continuitaet in der Phylogenie erst nach und nach erworben wurde. Der junge Schädel lässt sich abgesehn natürlich von einigen Modificationen der einzelnen Knochen, am besten mit dem des erwachsnen Raben vergleichen: von einem zukünftigen Horn zeigt derselbe noch keine Spur, aber wie Corvus corax etc. besitzt er eine grosse, nur von zarter Haut überspannte, längliche Lücke rings um das Nasenloch, das ungefähr an derselben Stelle wie beim Raben nur etwas näher an den Kieferfortsatz des Nasenbeins liegt; eine zweite

[1] CUVIER. Vorles. üb. vergl. Anat. übersetzt v. MECKEL 1809, B. II, pg. 28.
TIEDEMANNN, l. c. pg. 171.
KÖSTLIN, Bau d. Knöch. Kopfes 1844. pg. 220.

[2] MECKEL. Syst. vergl. Anat. Th II, Abth. 2, pg. 184.
MAGNUS, l. c. pg. 13 u. Taf. IV, fig. 7.
SCHLEGEL, H. en MÜLLER, S. in: Verhandlingen over de nat. Gesch. der nederl. overzeesche bezitt. Leiden 1839—44, Zoologie, (artikel Buceros.) pg. 33.

Digitized by Google

Oeffnung hat er in dem erwähnter dreieckigen Raum, die aber kleiner wie beim Kolkraben ist, und endlich im Gaumen ein ansehnliches längliches Loch, ein foramen incissivum. Von allen diesen Lücken ist am erwachsnen Schädel der meisten Arten nur von dieser letzten noch ein schwacher Rest vorhanden, nur die africanischen Grund- oder Laufformen der Nashornvögel, die besonders durch verlängerte ossa tarso-metatarsi ausgezeichnet das Untergenus Bucorax bilden, haben hinter dem Nasenloch unmittelbar unter dem untern Rand des Hornes eine Oeffnung die direct in die Nasenhöhle führt, beim lebenden Vogel ist dieselbe nicht vom Schnabelepithel sondern von einem charaktristischen, mit Federchen bedeckten, Häutchen verschlossen.

Bei den jungen Individuen ist der Grad der Krümmung des Schnabels viel geringer als bei alten, und so zeigt der junge Schädel, der gegenwärtiger Untersuchung zu Grunde lag und der einem Buceros plicatus angehört, eine ganze Länge (gemessen vom vordern Rand des foramen magnum bis an die Schnabelspitze, nachdem natürlich die Epithelscheide des Oberschnabels entfernt war) von 125 *Mm.* und eine Schnabellänge (vom Vorderrand der Augenhöhle an bis wieder zur Schnabelspitze) von 76 *Mm.*, während der alte Schädel (bei dem alle Maasse ebenso genommen wurden) bei einer Totallänge von 243 *Mm.* eine Schnabellänge von 192 *Mm.* hat, wäre der Schnabel aber in demselben Verhältniss, das er am jungen Schädel zeigt, weiter gewachsen so dürften von der Totallänge nur 131 *Mm.* auf ihn kommen. Eine derartige Wachsthumszunahme des Schnabels kommt bei allen langschnäbligen Vögeln vor, auch die Säugethiere weisen ähnliche Erscheinungen auf, wie ja der alte Orang-Utang viel prognather ist als der junge, ohne dass man etwa deshalb dergleichen Verhältnisse irgend wie mit psychischen Anlagen in Uebereinstimmung bringen dürfte.

Die Nasenbeine des jungen Schädels zeigen deutlich die drei bekannten Fortsätze, der proc. frontalis ist der kürzeste aber der breitste, oben abgerundet liegt er hinten mit seinem Endtheil auf dem Stirnbein, der proc. maxillaris ist der längste und zu einem dünnen, spitzen Knochenstäbchen von halber Schnabellänge ausgezogen, sein Innenrand legt sich schon ziemlich nahe dem Körper des Nasenbeins unter den aufsteigenden Ast des Zwischenkiefers,

Digitized by Google

unter dem sein letzter Drittel vollkommen verborgen ist; der dritte processus, der maxillaris, ist gleichfalls ansehnlich und tritt mit mehrern Knochen in Verbindung: nach hinten mit seinem obern Theil gleichfalls mit dem obern Theil des lacrymale, und diese Verbindung scheint im Jugendzustand sonderbarer Weise inniger zu sein als im Alter, denn wenn man am alten Schädel den Gesichtsschädel vom neuralen abtrennt, — was sich leicht und ohne wesentliche Verletzung thun lässt, da sich zwischen beiden eine höchst eigenthümliche, den ganzen Schädel quer durch setzende Kluft findet, die zum Geruchsorgan in der allerinnigsten Beziehung steht, — so bleibt das Thränenbein, mit gewissen Partien des Ethmoidale zu einer Platte vollständig verwachsen, am neuralen Schädeltheil sitzen. Der processus maxillaris liegt in seiner untern Hälfte auf der Aussenseite der Oberkieferbeins und sein Endtheil schiebt sich zwischen dieses und den Maxillarfortsatz des Zwischenkiefers ein; aber nur am jungen Schädel spielt dieser Fortsatz des Nasenbeins eine so bedeutende Rolle, am alten Schädel ist er in der Entwicklung zurückgeblieben ja theilweis ist er ganz verdrängt, was sich aus der Lage des Nasenloches leicht entnehmen lässt, denn während dasselbe am jungen Schädel, wie gesagt, nahezu an derselben Stelle wie beim Raben liegt, ist es am erwachsnen Schädel der meisten Arten ganz an das Hinterende des Schnabels in eine Grube unmittelbar unter der Endecke des Hornes geschoben, in eine Region die vom Epithel des Schnabels nicht mehr erreicht wird; bei den erwachsnen Individuen einiger hornlosen Arten liegen die Nasenlöcher ziemlich dicht neben einander oben auf dem hintern Ende des Schnabels, wie es auch bei Ramphastos der Fall ist. Der Körper und die übrigen Fortsätze des Nasenbeins nehmen, mehr oder weniger in Spongiosa aufgelösst, an der Bildung des knöchern Theiles des Hornes grossen Antheil.

Das Oberkieferbein zeigt (und zwar dieses allein) schon an dem jungen Schädel ein grosse Neigung zur Spongiosität, nach der Innenseite, nach dem Hohlraum des Schnabels hin hat es gar keine festen Grenzen, sondern bildet in diesem viele allerdings noch kurze Zacken; an vier Stellen tritt es deutlich zu Tage: erstens nach hinten gegen die Augenhöhle dem palatinum aufliegend unter der Querplatte des ethmoidale. Beim erwachsnen Vogel wo diese Platte sich sehr ausgedehnt hat und mit dem lacrymale vereinigt die

Digitized by Google

Augenhöhle gegen die Nasenhöhle vollkommen abschliesst, zeigt sich jederseits unter derselben über dem palatinum und neben dem Vomer eine ansehnliche eben in diesem Theil des Maxillare befindliche Grube, die eine wichtige Rolle spielt, ihre Wandung ist nehmlich von einer oder mehrern grossen Oeffnungen durchbrochen, durch die hauptsächlich die Luft in den Schnabel tritt.

Zweitens kömmt das os maxillare in dem erwähnten dreieckigen Rahmen, den lacrymale, processus maxillaris des Nasen- und des Zwischenkieferbeins bilden, zu Vorschein, es füllt diesen aber nicht vollkommen aus, zwischen seinem Hinterrand und dem lacrymale bleibt eine Oeffnung, die auch zu keiner Zeit des Lebens vollkommen schwindet, nur dass sie beim erwachsnen Schädel nicht auf der Aussenseite des Schnabels sondern innen in der Augenhöhle unmittelbar neben deren vordern Rand liegt. Das Oberkieferbein zeigt sich auf der Gaumenfläche des Schädels an zwei Stellen: erstens als ein längliches dreieckiges Feld dessen Spitze zwischen pr. palatinus und maxillaris des Zwischenkieferbeins liegt, dieses Feld bildet in seinem hintern und äussern Seitentheil ein Stück des Schnabelrandes, zweitens tritt es als processus palatinus ossis maxillaris über das Gaumenbein weg an denselben Fortsatz des anderseitigen Oberkieferbeins und trennt so das foramen incissivum von den Choanen. Endlich zeigen sich aber schon in der von Haut überzognen Lücke um das Nasenloch herum Spuren seiner Anwesenheit, indem nehmlich einzelne seiner Zacken von Innen her an diese Haut treten ziehen sie dieselbe wie scheint in den Verknöchrungsprocess mit hinein, wenigsten zeigt dieselbe hin und wieder weissliche Stellen, die sich als aus Knochensubstanz gebildet unter dem Microscop ausweisen.

Die Oberkieferbeine sind bei den Bucerosarten von grosser Bedeutung, nicht sowohl deshalb dass sie nach Innen in Spongiosa aufgelöst, die ungeheuren Schnäbel bilden helfen, daran ist ihr Antheil, obwohl sie zuerst von allen Knochen des visceralen Schädeltheils spongiös werden, so gar gross nicht, aber zum Geruchsorgan treten sie in die innigste Beziehung. Das ethmoidale so weit es knöchern ist spielt als Träger des Geruchsorgans der Bucerosarten, wie der meisten andern Vögel, eine nur sehr beiläufige Rolle, so bleibt es auch, wenn man den visceralen Schädel vom neuralen

Digitized by Google

trennt, vollkomen an letzterm sitzen. Dafür haben aber die maxillaria den ganzen vordern Theil des Geruchsorgans, wenn auch nicht gebildet denn derselbe findet sich häutig schon im jugendlichen Schädel, so doch eingeschlossen und von ihnen aus ist derselbe theilweis verknöchert, die bekannten, eigenthümlich gewundnen, knöchernen Nasengänge werden von ihnen gebildet und liegen in ihrer Spongiosa eingebettet. Es würde mich hier zu weit führen eine ins Detail gehnde Beschreibung zu geben, aber schon seit längrer Zeit mit einer umfangreichern Arbeit über die Anatomie der Nashornvögel beschäftigt, behalte ich mir nähre, ausführliche Mittheilungen vor.

Vomer und palatina sind für die Bildung der grossen Schnäbel von wenig und für die der Hörner vollends von gar keinem Belang; nur sei hier erwähnt dass ich die Angabe von MAGNUS [1], Buceros habe eine knöcherne Nasenscheidewand und beide Nasenhöhlen würden in ihrer ganzen Ausdehnung durch ein knöchernes Septum geschieden, bestreiten muss. Der junge Schädel hat wohl ein durchgehndes häutiges Septum aber an dem erwachsnen Schädel finden sich davon nur schwache verknöcherte Reste, ein solcher Rest ist zum Beispiel die Scheidewand im foramen incissivum, von der HUXLEY [2] aus Mangel an jungen Schädeln nicht angeben konnte, ob sie eine Verlängrung des vomer sei, oder den Gaumenfortsätzen der Oberkieferbeine angehöre.

Die Zwischenkieferbeine zeigen eine mächtige Entfaltung und alle die Verhältnisse, wie MAGNUS sie ausführlich beschrieben hat. Ganz besonders stark sind die, an dem jungen Schädel noch nicht vollkommen verschmolznen, Stirnfortsätze entwickelt und sie betheiligen sich in hohem Grade an die Bildung des Hornes. Der jugendliche Schädel, den MAGNUS untersuchte, ist als Beleg für diese Ansicht, weil er älter und dem zu Folge deutlicher ist, von höhrem Interesse, als der Schädel der mir zur Verfügung stand, weshalb ich auf seine Angaben und auf seine Abbildung verweise. Ausserdem ist plicatus eine Bucerosform deren Horn nur schwach entwickelt ist.

Ich glaube aber dass die Schnäbel aller Bucerosarten im jugendlichen Alter, mögen sie später noch so verschieden werden, ein wenn auch nicht gleiches so doch höchst ähnliches Knochengerüst

[1] l. c. pg. 88.

[2] HUXLEY, Proc. of zool. 50 c. 1867, pg. 446.

Digitized by Google

besitzen, die äussere Beschaffenheit, der Epithelialüberzug, der Mangel des Hornes, die Lage des Nasenlochs etc. rechtfertigen dies Vermuthen und es sind dies lauter Erscheinungen, die man auch an ausgestopften Exemplaren deutlich wahrnemen kann und deren standen mir eine Anzahl ganz junger zu Gebote, und zwar von Arten, die wie bicornis, rhinoceros, nipalensis, convexus, galeritus, u. a. m. im ausgewachsnen Zustand, was das Horn und dessen Entwicklung betrifft, ungemein grosse Verschiedenheiten zeigen. Alle stimmen darin überein, dass der Schnabel weniger gekrümmt ist wie bei den Alten, dass das Nasenloch weiter vor liegt und ein Horn vollkommen fehlt.

Die Verhältnisse des Horns und des Schnabels sind auch bei den alten Individuen der verschiednen Arten, soweit sie uns äusserlich vor die Augen treten, soweit sie also der Haut angehören, sehr manchfach. Einigen, wie z. B. dem Buceros nipalensis, fehlt ein Horn vollkommen, bei andern wie bei pulchirostris ist der Oberschnabelfirst stark comprimirt, ohne dass aber die Continuitaet dieses Firstes irgend wie unterbrochen wäre. Wieder andere Arten haben, wie albicristatus und exaratus, auf diesen First einen scharfen Kiel der nach vorn schroff abgeschnitten endigt; bei plicatus und ruficollis zeigt sich an Stelle eines eigentlichen Hornes auf dem Hinterende des Schnabelfirstes eine Anzahl wie Schuppen oder Dachziegeln über einander liegender Wülste, die Zahl derselben ist bei den verschiednen Exemplaren keineswegs gleich, und die Malayer behaupten in jedem Jahre wachse ein neuer Wulst hinzu, weshalb sie den Vogel anggang tahon, das heisst Jahrvogel, nennen: so zeigt das Horn manchfache Grade der Entwicklung bis es im Buceros rhinoceros sein Maximum erreicht. Merkwürdig ist es dass dieser Vogel in verschiednen Rassen auftritt, deren Unterschiede in der Beschaffenheit der Hörner liegen. Bei der Rasse von Java, die wunderbar genug mit denen vom Continent, Ceylan und den Philippinen identisch ist, (B. rhin. lunatus. SCHLEGEL.) verläuft der obre Rand, der First des Hornes gerade, bei der von Borneo (B. rhin. borneoënsis, SCHL.) ist diese Firstlinie im vordern Theil nach oben gekrümmt, dies ist in noch höherem Grade bei den sumatranischen Exemplaren der Fall (B. rhin. sumatranus SCHL.) wo die Spitze, in der das Horn hier stärker wie in den beiden andern

Digitized by Google

Rassen ausgezogen ist, sich wie das Vorderende einer Schlittenkufe oder eines Schlittschuheisens nach oben und hinten überbiegt. Eine ähnliche Erscheinung finden wir bei Buceros (Bucorax) carunculatus wieder, der ebenfalls drei locale Rassen oder Unterarten hat. Bei den erwachsnen Individuen welche von Abyssinien, Sennaar, etc. herrühren, und die SCHLEGEL Buceros carnuculatus abyssinicus nennt, schlägt sich das Epithel des Hornes an der Vorderseite nach innen um bis es die Spongiosa erreicht, hierdurch steht der Leerraum des Hornes — (alle andern gehörnten Arten haben, wie ich später ausführlicher zeigen werde im Horn zwei Regionen, eine hintere von Spongiosa ausgefüllte und eine vordre leere) — nach vorn offen; bei der Guinea-Rasse (B. car. guineënsis) ist das Horn nach vorn geschlossen, und bei den Exemplaren von Cafferland (B. car. cafer) ist es überhaupt wenig ausgebildet.

Während wir so in der Beschaffenheit des Hornes Alters- und Localitätsverschiedenheiten nachweisen können, bietet dasselbe zugleich mit dem Schnabel auch sexuelle Unterscheidungsmerkmale, zum Theil beruhn diese auf der Form zum Theil auf der Farbe. Das erwachsne Männchen von elatus hat ein sehr starkes Horn, das beim Weibchen blos durch einen schwachen Höcker repraesentirt wird und ganz ähnlich verhält sich atratus; bei galeritus ist Horn und Schnabel schwarz beim Männchen, im weiblichen Geschlecht zeigt nur das Horn und das Ende des Ober- und Unterschnabels diese Farbe, das Uebrige des Schnabels ist gelblich; der Schnabel der männlichen Exemplare von gingalensis ist gelblich mit einem schwarzen Fleck am Ende der obern Hälfte, während auf den Seiten des schwarzen Schnabels der Weibchen vom Nasenloch an ein weisser Strich nach vorn zu verläuft. Ein sehr eigenthümliches Verhalten findet sich aber bei malayanus, hier ist der Schnabel der *Jungen* in beiden Geschlechtern und der *der erwachsnen Männchen* weiss, während er bei den fortpflanzungsfähigen *Weibchen* schwarz ist, es war nach der Analogie viel ehr zu erwarten, dass umgekehrt der Schnabel des Weibchens wie der der Jungen gefärbt sein, der des Männchens hingegen eigenthümliche Farben aufweisen würde.

Was nun die knöchernen Stützen der Hörner der alten Individuen betrifft, so sind auch sie in ihrer Form und Ausdehnung bei den

Digitized by Google

verschiednen Exemplaren recht verschieden, aber sie werden wohl immer ausschlieslich von den Nasenbeinen und den aufsteigenden Aesten der Zwischenkiefer gebildet. Bei den Arten die kein Horn haben fehlt natürlich auch die eigenthümliche Knochenentwicklung, und ihre Schnäbel gleichen in architectonischer Beziehung sehr denen der Pfefferfresser (Ramphastos). Bei einem weitern Schritt erhebt sich am hintern Ende eine Erhöhung, die aber noch eine allseitig geschlossne knöcherne Wandung besitzt (Buceros s. Toccus pulchirostris, albicristatus, die Weibchen von elatus, atratus, etc.), wie es auch für die Schädel aller hörnertragenden Arten bis in ein gewisses Alter der Fall ist, hier bedeckt nehmlich das Schnabel-respective Hornepithel eine zarte knöcherne Blase, die im hintern Theil spongiös sonst aber hohl ist. Im vollwachsnen Alter ist diese feine Knochenblase vollkommen geschwunden und bestehn im Horn zwei hinter einander liegende Regionen; die hintere, die bei den verschiednen Arten sehr verschieden gross ist nnd relativ zwar am grössten wo das ganze Horn am kleinsten ist und umgekehrt, wird von Spongiosa gebildet, die vordre aber ist leer, nur finden sich in ihr dünne Häute, und dem Epithel des Horns dicht anliegend eine Haut, in der ich irgendwelche Structur, besonders Kalkablagerungen oder Knochenkörperchen nicht nachweisen konnte, vielleicht aber dass an frischen Vöglen etwas Derartiges wohl aufzufinden wäre. Die hintere Wandung des spongiösen Theils, die hintere Fläche des Horns, ist nicht von dem übrigen Epithel überzogen sondern von der gewöhnlichen mit Federn bedeckten Körperhaut, die sich vom Kopf aus ohne deutliche Einsenkung über sie hinweg zieht; es richtet sich diese Hinterfläche in ihrer Gestalt nach der Querschnittsform des Horns, wo diese wie bei rhinoceros dreieckig oder bei elatus rhombisch mit abgerundeten Ecken ist, ist auch sie ebenso beschaffen. Bei den meisten Arten ist sie nur von einzelnen wenigen grossen Oeffnungen durchbrochen, die direct in die Spongiosa führen und als Luftlöcher aufzufassen sind, durch welche Luft aus dem bei den Bucerosarten, wie bei Chauna cavaria, den Pelecanen etc. bis in die äussersten Glieder der Zehenphalangen pneumatischen, subcutanen Bindegewebe treten kann. Bei einigen Arten indess, wie besonders bei atratus, zeigt der Basaltheil der Hornhinterfläche eine breite, eingedrückte Stelle, in der sich ein Netz von Knochen-

Digitized by Google

fasern findet, dessen Maschen wohl ebenso wie die sparsamern und kleinern Oeffnungen bei rhinoceros der Luft den Zutritt in das Horn gestatten; Buceros atratus zeigt ausserdem eine in der ganzen Familie einzige Erscheinung, es erhebt sich nehmlich zur Hinterwand des Hornes von den Stirnbeinen ein allerdings nicht sehr grosser und breiter Fortsatz, gleichsam eine Strebe oder eine Stütze für das hinten stark überhängende Horn. Der Elevationswinkel der Hinterfläche des Horns über die Oberfläche des Schädels ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden, ein stumpfer ist es nie, kaum je ein rechter, und bei dem mehr erwähnten Untergenus Bucorax lagert sich die Hinterfläche der Schädeloberfläche ziemlich innig auf.

Wirkliche Züge, die sich auf die Gesetze des Drucks zurückführen liessen, durch diese hervorgebracht wären, konnte ich in der Spongiosa des Horns nicht nachweisen, ganz unregelmässig und willkürlich ist ihre Anordnung aber auch nicht. Bei den meisten Arten erhebt sie sich ziemlich plötzlich über den Boden des Hornhohlraums, der diesen von der im Schnabel befindlichen Höhle abscheidet. Bei B. rhinoceros treten einzelne starke Fasern in einem Winkel von 45° von diesem Boden weg an und in die Spongiosa, so besonders einer in der Mitte; dieser Mittelbalken löst sich in der Spongiosa der Stütze selbst wieder in Spongiosa auf und zwar der Art dass er in der Mitte die Reste einer Septums bildet (was ganz besonders schön bei B. cassidix zu sehn ist, indem nehmlich hier in der Mitte der Stützspongiosa ein zartes wenig durchbrochnes Knochenblättchen auftritt). Von jenem mittelsten Trabekelzug treten wieder jederseits in einem Winkel von 45° sehr stark spongiöse Lamellen ab, die sich an die Peripherie der Stütze begeben, und unter ein ander gleichfalls wieder durch zarte Trabekeln verbunden sind. In dieser hintern Stützspongiosa findet sich aber jederseits ziemlich nah ihrem Rande eine Stelle die von Spongiosa nahezu frei ist gleichsam eine Kluft, an der Aussenseite jeder dieser Klüfte tritt wieder eine kleinere Masse von Spongiosa auf, es kommt dieselbe, wie die Mittelmasse ihren Ursprung ganz besonders von einem von der Mitte des Bodens aufsteigenden Balken nahm, so von einem solchen Balken der jederseits vom Rande des Bodens abtritt, derselbe lösst sich ebenso wie der des Mitteltheils der Stütze zu Spongiosa auf, auch von ihm treten ebenfalls secundäre Lamellen

Digitized by Google

nach der Peripherie zu ab. So zerfällt die Spongiosa der Stütze in drei Partien, in die grosse mittlere und in die beiden kleinern Seitenpartien, welche letztere von der erstern eben durch die Klüfte, in denen sich nur wenige, zarte gleichsam verirrte Trabekeln finden, getrennt werden. Wenn man mit diesen Verhältnissen die Abbildung von MAGNUS vergleicht, so drängt sich von selbst die Ansicht auf, die Mittelpartie auf Rechnung der Stirnäste des Zwischenkiefers, die Seitenpartien aber auf die der Nasenbeine besonders deren Körperenden und Stirnfortsätze zu bringen. Die Intermaxilarfortsätze dieser Knochen spielen bei B. rhinoceros und cassidix etc. keine Rolle, anders verhält es sich aber bei atratus und höchst wahrscheinlich bei bicornis. Bei ersterm findet sich auch an den Seiten des Hornes stützende Spongiosa, zwar nicht in solcher Ausdehnung wie im hintern Ende, da dieselbe hier ungefähr nur halb so hoch wird. Sie besteht aus einer Reihe von 10—14 coulissenartiger Blätter, die sich bisweilen besonders im obern Theil unregelmässig auflösen, nach Aussen, wo diese Blätter dem Epithel des Hornes anliegen, sind ihre schmalen Wandungen undurchbrochen knöchern, nach Innen aber sind sie sehr zierlich spongiös. Ihre Form ist dreieckig, die Spitze liegt natürlich nach oben, die nach Innen vorspringende Seite, die Hypothenuse des Dreiecks, wird fast ausnahmslos aus einer starken Faser gebildet, die in ganz einzelnen Fällen von der Mitte des Hornbodens meist aber ganz nah an dessen Rand aufsteigt, in der Mitte der Reihe werden die Coulissen (also ungefähr die sechste bis neunte) am höchsten, nach vorn werden sie sehr niedrig, weniger nach hinten wo sie sich direct an die Seitenpartien der hintern Stütze, — die auch hier wie bei rhinoceros vom Mitteltheil durch eine Kluft an jeder Seite geschieden sind, — anlegen und mit den Lamellen derselben eine continuirliche Reihe bilden.

Während sich in der Spongiosa der Stützhöcker eigentliche Druck-und Zugcurven, wie sie H. MEYER [1] und J. WOLFF [2] für die menschlichen Knochen nachwiesen, nicht constatiren lassen, wird das Verhältniss im Schnabel selbst ein wesentlich andres.

---

[1] Arch. f. Anat. und Phys. 1867, pg. 615, ff.

[2] Arch. f. path. Anat. B. L. 1870, pg. 389, ff.

Digitized by Google

Der Schnabel der Vögel ist ein Organ, das für das Leben dieser Thiere eine noch grössre Wichtigkeit hat als die Zähne für die Säugethiere, und so zeigt er denn auch eine Unzahl von Anpassungsformen, sei es dass er als Greif- Reiss- Brech- Kletter- oder Hackinstrument wirkt. In letzterm Fall, als Hackinstrument, kann er aber nach einem doppelten Typus gebaut sein, er ist entweder ein gerader Meissel und das wird er bei allen den Vögeln sein, die wie die Spechte, in einer zu ihrer Körper-Längsaxe senkrechten Richtung, also von hinten nach vorn hacken, oder aber er ist stark gekrümmt und dann hacken die betreffenden Vögel in einer zur Längsaxe des Körpers schrägen Richtung, hauptsächlich also von oben nach unten wie die Bucerosarten, die ihren Schnabel gewiss häufig hackend benutzen werden, vom nipalensis z. B. ist es constatirt dass er seine Nisthöhle in Baumstämmen aushackt [1].

Es ist auch durchaus nicht zufällig dass die Querschnittsform der Schnäbel, und zumal der Vögel die mit ihnen Etwas zerkleinern und zerdrücken ein Dreieck ist. Da der Druck nicht gleichmässig auf die ganze Unterseite des Oberschnabels sondern nur auf die Ränder wirkt, ist diese Form für die Querschnitte die zweckmässigste, denn wenn man annimmt dass (in Fig. 13) R, L, O einen Querschnitt des Schnabels darstellt auf den von unten die Kräfte A und B wirken, so werden beide, nach dem Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte, in die Componenten a, a' und b, b' zerlegt, von denen a und b nach aussen einander entgegen gesetzt, a' und b' in der Richtung der Schnabelwand nach oben wirken; die letzten treffen im Schnabelfirst zusammen, zerlegt man hier beide abermals in die Componenten α, α' und β, β' so heben sich α' und β' auf, während die Festigkeit des Schnabelfirstes nur den Druck von $\alpha + \beta$ auszuhalten hat, die aber zusammen kleiner sind als $A + B$; hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit der in der That vorhandnen Strebe zwischen R und L, sowie die beziehungsweise grössre Stärke des Firstes O. Um die weitere, zweckmässigste Anordunng der Zug- und Druckcurven in der Spongiosa des Schnabels zu übersehn, ist zunächst der Verlauf derselben in einem Längsschnitt zu betrachten.

---

[1] *Gray's* zool. misc (1844) p. 85, mir bekannt aus dem Citat in: Catal. of the birds in the Mus. of th. E. I. Comp. bij Horsfield und Moore, 1856—58 Vol. II. pg. 601.

Digitized by Google

Stellt *A B C* den Längsschnitt eines Schnabels vor, der zunächst als vollbetrachtet werden mag, und wirken, auf seine untre Grenze von *D* bis *E* eine Summe nach oben gerichteter Drucke in der in Figur 14 angegebnen Weise, so wird, wenn *A F* die die Schwerpunkte der einzelnen Querschnitte verbindende Axenlinie vorstellt, die Cürve *G H* den Durchschnitt der neutralen Schicht der Querschnitte mit dem in der Figur dargestellten Längsschnitt bezeichnen; die Curven Ca, Cb etc. — welche so gezeichnet sind, dass sie an die untre Grenze des Längsschnitts tangiren, gegen die obre aber senkrecht verlaufen und die neutrale Axe *G H* unter einem Winkel von 45° schneiden, — stellen dann die Zug-, die krummen Linien $B\alpha$ $B\beta$ etc, ebenso construirt, die Druckcurven dar, beide Liniensysteme schneiden sich rechtwinklig in der neutralen Axe, doch sind offenbar die letztern die bei Weitem wichtigern. In dieser Weise wird aber nur die Fläche der Schnabelwand und die nach Innen zunächst liegenden Flächen in Anspruch genommen, der Mittelraum ist, in derselben Art wie der freie, unter einem Sprengwerk gelegne Raum, druckfrei, wie es auch schon aus der Betrachtung eines Querschnitts erhellt; offenbar werden nun die Knochenbälkchen, welche Drucklinien repraesentiren, wenn sie von links hinten nach rechts vorn und umgekehrt verlaufen, eine den Druckverhältnissen des Querschnitts durchaus entsprechende Versteifung geben. Der im Innern des Schnabels gelegne Hohlkegel erscheint als eine Folge der angegebnen Druckverhältnisse der Querschnitte; der Verlauf der Zugcurven in seinen Wandungen stimmt im Allgemeinen mit den theoretischen Anfordrungen überein, sie beginnen etwas seitwärts vom First und setzen sich die Mittelebne des Schnabels schneidend an den gegenüberliegenden Rand desselben fort. Es erfüllt der innre Hohlraum zugleich die Bedingung für die beste Verwendung des Materials im Querschnitt, dass nehmlich dasselbe möglichst entfernt von der neutralen Axe angebracht ist, [1] denn, als, um in Figur 14 die Lage der die Schwerpunkte der Querschnitte verbindenden Linie zu bestimmen, mehrere Querschnitte aus einem Kartenblatt sorgfältig ausgeschnitten und die Schwerpunkte derselben in bekannter Weise empirisch bestimmt wurden, und darauf

[1] *Moll* und *Reuleaux*, die Festigkeit der Materialien, Braunschweig, 1853 pg. 43.

Digitized by Google

der Querschnitt des Hohlraums in dieses Model eingetragen wurde, so zeigte sich an den Stellen wo die neutrale Axe *G A* mit der Verbindungslinie der Querschnitts-Schwerpunkte *A F* zusammenfällt, auch der Schwerpunkt des Hohlraums als zusammenfallend mit dem Schwerpunkt des ganzen Schnabelquerschnitts.

Ausser den Druck- und Zugcurven ist nun noch ein System von senkrecht zur Richtung des Schnabels verlaufenden Streben *d' e'* ausgedrückt, die vielfach noch durch nntergeordnete Streben *f g* mit den Seitenwandungen des Schnabels versteift sind, so dass die Anordnung derselben mit der von Ingenieuren zu Sprengwerken angewanden übereinstimmt. (Fig. 15 und Fig. 16.) Zwei Systeme von Stützen und Streben bildenden Verbindungsbälkchen, von denen das eine senkrecht zur Schnabelwand, das andre ihr mehr oder weniger parallel verläuft, lassen den stetigen Verlauf der erwähnten Hauptcurven nicht überall gleich gut hervortreten.

Im vordern Theil des Schnabels setzt sich der Hohlraum bis beinah an die Spitze fort, hier findet sich in ihm nur ein System von in der Sagitalebne gelegnen Streben, die sich durch grössre Dicke vor den übrigen auszeichnen und als verknöcherte Reste des erwähnten, im jungen Schädel häutigen, Septums anzusehn sind, diese Streben geben durch Gabelungen, die in der Ebne der Querschnitte stattfinden, häufig zu mehr oder weniger sternförmigen Gebilden Anlass.

Da beim Hacken der vordre Theil des Schnabels auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen wird, so lässt sich auch dieses in dem Auftreten gewisser Züge deutlich erkennen, indem die Schnabelwände vorspringende Verstärkungsrippen tragen (A S, A S', etc. in Fig. 14), die den für diesen Fall sich ergebenden Druckcurven entsprechen, da sie, wie natürlich, nach der Schnabelspitze, dem Punkt auf dem der Druck wirkt, verlaufen. Zugleich zeigt auch der vordre Theil des Schnabels im Querschnitt verlaufende, coulissenartige Verstrebungen, die ein Durchbiegen des Schnabels verhindern.

Ein eingehndes Studium der Spongiosa der Vogelschnäbel würde sich gewiss verlohnen, so fand ich Beispiels halber auch bei Papageyen sehr interressante Verhältnisse, indem hier aus der starken Diploë der Stirn Züge in den Schnabelhohlraum direct übergehn.

Digitized by Google

Uebrigens war R. Owen der Erste, der schon vor Jahren auf die regelmässige Architectur der Spongiosa im Toucanschnabel aufmerksam machte [1].

IV.

BUCEROS SCUTATUS S. GALEATUS.

Der Schädel dieser höchst aberranten Form ist schon lange bekannt. So finden wir eine sehr kenntliche Figur desselben bei Aldrovand [2], der den Vogel "Semenda" nennt, ferner in Knorrs [3], "Delicia naturae selectae", auch in den Gleanings [4] von Edwards, der obgleich er nur den lädirten Schädel kannte, den Vogel richtig zum Genus Buceros brachte, worin ihm auch Buffon [5], der dem Vogel den Namen "le calao à casque ronde" giebt, folgte; um so mehr muss es befremden dass ein so ausgezeichneter Ornitholog wie le Vaillant den Schädel für den eines Wasservogels ansah, wie wenigstens Cuvier [6] mittheilt. Schlegel und S. Müller [7] waren die Ersten die in ihrer Monographie über die Nashornvögel von niederländisch Indien den Schnabel dieser Art und dessen Structur eingehnder beschrieben.

Mir standen drei Schädel zur Verfügung, ein alter, wundervoll completer der zu einem schönen Scelet gehört, ein gleichfalls alter zersägter dessen neuraler Schädeltheil zerstört ist, und ein ganz junger zersägter.

Der Schädel des jungen Vogels gleicht in seinen Verhältnissen sehr den jungen andrer Arten. An dem mir vorliegenden Exemplar von einem wahrscheinlich eben erst flüggen Vogel, ist das Horn wenig entwickelt, es geht rundlich, noch nicht scharf abgesetzt allmälig in den vordern Schnabeltheil über. Im Innern des Schnabels zeigt sich der bekannte Hohlraum; während aber bei den.

---

[1] Owen, R. in: Todd. Cyclop. of A. & Ph. Vol. I. Aves pg. 313.
[2] Av. tom. I, pag. 833.
[3] Tab. 20.
[4] Tab. 281, *f. I*.
[5] pl. en. pl. 933, vol. 8, pg. 42.
[6] Cuvier, Règne animal, IIe ed., Tom. I. pg. 446.
[7] l. c.

Digitized by Google

übrigen Bucerosarten sein Durschnittslumen rundlich ist, ist es hier dreieckig, in seinen Wandungen sind Zug- und Druckcurven nicht zu erkennen, dieselben bestehn aus sehr fein maschiger Diploë mit zarten Trabekeln; im Horntheil ist es zu einer Sonderung in Hohlraum und Stützspongiosa noch nicht gekommen, es wird derselbe von sehr zarter Diploë vollkommen ausgefüllt, die folgende architectonische Verhältnisse aufweisst: es finden sich Längsbogen oder Züge parallel der Horndecke, der unterste oder die Reihe der untersten bilden, durch Querbälckchen unter einander verbunden, das Dach des Schnabelhohlraums; zweitens finden sich Züge welche die erstern unter sich verbindend senkrecht an die äussre Wand treten.

Der epitheliale Theil des Schnabels ist überall gleichmässig dünn, nur auf dem First, vor der erhöhten Strecke findet sich eine schmale (an der Basis noch nicht 2 *Mm.* breite) 45 *Mm.* lange und an der höchsten Stelle 8 *Mm.* hohe Leiste in der das Epithel fester geworden ist.

Während sich so der junge Schädel im Ganzen sehr nahe an die Schädel andrer Bucerosarten anschliesst, hat sich beim erwachsnen Vogel der Schnabeltheil desselben auf eine höchst eigenthümliche Weise entwickelt.

Der Schnabel ist, während er bei den erwachsnen Exemplaren aller andern Arten dieses Geschlechts eine oft sehr bedeutende Krümmung zeigt, ganz gerade oder doch nur sehr wenig gekrümmt, zugleich ist er verhältnissmässig sehr kurz; in dem Epithel seiner Ränder finden sich, was sonst fast ohne Ausnahme der Fall ist, keine eingebrochnen Scharten. Das Horn erhebt sich steil abgeschnitten ungefähr in der Mitte des Schnabels, seine Vorderseite bildet eine nicht sehr stark gewölbte Fläche In der Mitte erreicht diese ihre grösste Breite, die 50 *Mm.* beträgt, nach oben und unten sanft abgerundet, ist sie 72 *Mm.* hoch, der obere Rand, der First des Hornes ist fast gerade und senkt sich nur wenig nach hinten. Diese ganze Erhöhung ist mit Ausnahme der Vorderfläche von einem starken, blutrothen Epithel überzogen und ebenso der hintere Theil des Schnabels. Dieses Epithel fehlt an der Vorderfläche des Horns, und zeigt sich hier statt dessen eine gelbe Substanz von elfenbeinartiger Härte und Beschaffenheit. Bei einem sagittal durchsägten Schädel findet man nun hauptsächlich jene sonderbare Abweichung von dem

Digitized by Google

Verhalten des übrigen Bucerosschädel. In dem Horn fehlt der vor der Stützspongiosa gelegne Hohlraum und auch der Hohlraum im Schnabel, der sich im jugendlichen Schädel noch fand, ist vollkommen verschwunden; die Trabekeln so wohl der Stützspongiosa als des Schnabels sind nahezu alle zu einer compacten Knochenmasse verwachsen, in der man nur noch einige Züge erkennen kann, blos oben im hintern Theil des Hornes hat sich die Diploë zartbalkig und grossmaschig erhalten. Im vordern Theil des Hornes tritt jene eigenthümliche Erscheinung auf um derentwillen die Sumatraner den Vogel Anggang gading, das heist Elfenbeinvogel nennen. Hier findet sich nehmlich eine 28 *Mm.* dicke Platte, welche in der erwähnten Vorderseite des Horns zu Tage tritt, von dem knöchern Theil des Schnabelhorns ist sie durch einen schmalen 1 *Mm.* breiten Zwischenraum getrennt, in dem sich während des Lebens wahrscheinlich Periost und Blutgefässe finden werden, von dem aus wohl auch die Ernährung, das Wachsthum der Platte vor sich geht. Ihre hintere Fläche läuft der äussern ziemlich parallel und da diese convex ist, ist jene concav. Da wo das Horn im untern, vordern Theil in den Schnabel übergeht verdünnt sich die hier scharf umgebogne Platte plötzlich, so dass sie auf der Oberseite des Oberschnabels nur 8 *Mm.* dick ist, nach der Spitze verliert sich diese Substanz immer mehr, an der Rachenfläche des Schnabels ist sie verschwunden und tritt hier wieder das rothe hornige Epithel auf. Die Dicke dieser Platte bei einem verticalen Durchschnitt ist überall dieselbe sie liegt auch blos vor der Vorderseite der Knochensubstanz des Hornes und schlägt sich nicht nach deren Seiten um, diese werden einzig und allein von dem oft erwähnten rothen Epithel überzogen.

Auf dem ersten Anblick glaubte ich, dass ich es bei dieser elfenbeinharten Substanz mit einem Hautknochen, mit einem ossificirten Gebilde der Epidermis zu thun hätte, allein die microscopische Untersuchung belehrte mich bald eines Bessern. Ich fand dass diese Platte aus lauter gleichgrossen polyedrischen Zellen bestehe, dieselben haben keine längste Axe sondern liegen wie Blasen im Seifenschaum neben einander, es sind Kugeln die sich gegen einander abgeplattet haben: im Innern zeigen sie keinen Kern aber sehr viel fein suspendirte Körnchen. Nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure wird diese Substanz weicher, knorplig, bräunlich durch-

Digitized by Google

scheinend, ganz von dem Ansehn hellen Gummi elasticums [1]; bringt man jetzt ein Praeparat davon unter das Microscop so zeigt es sich dass die Zellen nicht mehr polyedrisch auch dass sie nicht mehr nach mehrern Richtungen hin gleich gross sind, sondern alle sind zusammengefallen, aber alle sind in derselben Richtung am längsten, sie gleichen jetzt vollkommen dem gewöhnlichen verhörnten Epithel der Vogelschnäbel. Die Lage der Längsaxen jener collabirten Zellen ist durchaus keine zufällige, sie liegen alle in den Spaltungsrichtungen der Plattensubstanz; diese Spaltungsrichtungen aber laufen der Vorder — und der Hinterfläche der Platte parallel; in dieser Richtung kann man mit Leichtigkeit feine Blätter abschälen, aber sagittal und vertical hält es sehr schwer Stückchen von der Masse abzusprengen. Diese Platte entwickelt sich von der Firstlinie des Schnabels beim jungen Vogel aus, hier trat, wie ich oben bereits anführte, eine mehr verdickte Leiste im Epithel auf.

Wie Buceros scutatus sich aber diese eigenthümlichen Structurverhältnisse des Horns erworben hat lässt sich bei der Unbekanntschaft mit seiner Lebensweise nicht sicher constatiren. Ich möchte aber folgende Hypothese aufstellen. Wenn wir sehn dass sich die Architectur der Spongiosa überall nach den auf ihr ausgeübten Drucken richtet, so scheint es mir umgekehrt wohl erlaubt aus ihrer Structur auf die Art des Druckes zu schliesen. In der hinter der Platte gelegnen Spongiosa, von der ich sagte, dass sie fast zu einer compacten Knochenmasse verschmolzen sei, zeigen sich doch einige sehr starke Trabekeln, die überall in einer auf der hintern concaven Fläche der Platte senkrechten Richtung verlaufen, sogar noch im Schnabeltheil treten solche Trabekeln senkrecht an die Umbiegungsstelle der Platte. Sie sind also der Art angeordnet dass sie einen Druck auf die Vorderfläche der Platte am besten wiederstehn können. Da aber diese Vorderfläche von keinem rothen Epithel, wie etwa die Seiten, überzogen ist, überhaupt deutliche Spuren starken Gebrauchs, Abschilferungen etc. zeigt, da ferner in den Rändern des Schnabels keine Scharten auftreten, so glaube ich bestimmt dass

[1] Herr Dr. DE LOOS, Director der höhren Bürgerschule zu Leiden, hatte die grosse Güte diese Substanz chemisch zu untersuchen, und da stellte es sich heraus dass sie nur 2.12 pr.c. anorganischer Substanz enthielt nehmlich: Phosporsäure, Kalk, Chlor und Kali, alles nur in ganz geringen Massen.

Digitized by Google

der Vogel mit dieser harten, schweren Platte, die beiden Geschlechtern gemeinsam ist, harte Gegenstände, wie etwa Früchte, auf- und zerschlägt.

Das Gewicht des erwachsnen Schädels von B. scutatus ist natürlich dem der Schädel andrer Bucerosarten gegenüber sehr bedeutend. So wiegt:

der junge scutatus Schädel	=	28	gramm
„ „ cassidix „	=	27	„
„ Schädel des erwachsnen scutatus	=	263	„
„ „ „ „ cassidix.	=	61	„

alle Schädel sind ohne Unterkiefer gewogen.

Entsprechend diesem so bedeutenden Gewicht müssen auch die den Kopf tragenden und bewegenden Muskeln sehr stark entwickelt sein, und so finden sich denn am Hinterkopf ganz colossale Cristen und Tuberositäten, so ist zum Beispiel die Crista welche ungefähr auf der sutura lambdoidea verläuft, stellenweiss 9 *Mm.* hoch während ihre Höhe an noch bedeutend grössern Schädeln von B. rhinoceros nur 4 *Mm.* beträgt. Unterwärts von dieser Criste nach dem Hinterhauptsloch verläuft eine zweite mediane, welche hier reichlich 4 *Mm.* hoch bei andern Arten nur angedeutet ist.

Schliesslich sei hier noch einer anatomischen Eigenthümlichkeit dieses merkwürdigen Vogels gedacht. In der Hirnhöhle findet sich nehmlich über der Grube, in der das Chiasma der Sehnerven liegt und über den foramina optica, von den Stirnbeinen herkommend ein medianes, knöchernes 2 *Mm.* breites Septum, das 12 *Mm.* weit in die Hirnhöhle vorspringt und so die Gruben für die grossen Hemisphären von einander trennt. Es ist mir wahrscheinlich, dass auch dieses Septum in Folge starker und anhaltender Stösse auf die Vorderfläche der Hornplatte erworben und dass hierdurch gewissen Erschütterungen der Gehirns vorgebeugt wurde.

V.

Résumé und Schluss.

Die Resultate, zu denen ich gekommen bin, lassen sich unter folgende Hauptpunkte zusammenfassen:

Digitized by Google

1. Die knöchernen Höcker auf den Schnäbeln und Schädeln der Vögel sind entweder blasige Auftreibungen oder spongiöse Metamorphosen gewisser, oft sehr verschiedner Knochen.

2. Dieselben sind immer pneumatisch, d. h. es tritt Luft in dieselben, sei es von den Lungen her oder direct aus den Nasenhöhlen.

3. Diese Höcker kommen entweder beiden Geschlechtern oder nur einem und dann dem männlichen zu; in den meisten Fällen müssen sie als das Resultat von geschlechtlicher Zuchtwahl aufgefasst werden.

4. Wo diese Höcker beiden Geschlechtern in gleicher Weise zukommen, sind sie phylogenetisch sehr alt (Numida, Casuarius, die meisten Bucerosarten etc.) und entwickeln sich dem zu Folge auch schon bei noch sehr jungen Vögeln. Wo sie nur einem Geschlecht zukommen sind sie in der Ahnenreihe viel später erworben, sie entwickeln sich demgemäss auch erst beim Eintritt der Pubertät (Fuligula nigra etc.)

5. Bei gewissen Familien haben einzelne Mitglieder knöcherne Auswüchse (Fuligula nigra, Crax pauxi, Numida meleagris u. a.) die bei andern durch ähnliche, aber einem andern System des Körpers angehörende Erscheinungen repraesentirt werden (Cygnus olor, Crax Alberti, Numida plumifera und cristata etc.) Zwischen diesen beiden Formen finden sich verbindende Glieder (Fuligula spectabilis, Crax mitu.)

6. Es kommt wenig darauf an welche Organe und welche Theile von Organen im Interesse der geschlechtlichen Zuchtwahl in Anspruch genommen werden, wenn nur das Resultat dasselbe bleibt.

7. Diese Gebilde brauchen, wenn sie phylogenetisch sehr alt sind, nicht allein, vielleicht gar nicht mehr, bei der geschlechtlichen Zuchtwahl eine Rolle zu spielen, sie können andre Functione übernommen haben und z. B. den vortrefflich fliegenden Bucerotiden als Flug erleichternde, pneumatische Räume dienen, ja sie können sich wie gewiss bei B. scutatus noch weiter im Dienste einer dritten Function verändert haben.

8. Die Spongiosa der Höcker ist zwar und besonders bei Buceros, nicht unregelmässig angeordnet, diese Anordnung konnte aber bis jetzt nicht auf die von Meyer und Wolff für die Architectur der menschlichen Spongiosa nachgewiesnen Gesetze zurück ge-

Digitized by Google

führt werden; wohl aber war dies für die Spongiosa der Schnäbel möglich.

Wenn wir nach der Ursache aller jener Höcker forschen, so wird, wie ich schon an verschiednen Stellen nachdrücklich hervorgehoben habe, in den allermeisten Fällen die geschlechtliche Zuchtwahl das entscheidende Wort gesprochen haben; so entwickelten sich jene Erscheinungen in ihrem Interesse nach und nach, wurden nach und nach grösser in dem immer das am meisten gezierte, respective geschützte (Casuare?) Männchen die meisten Chancen sich fortzupflanzen hatte. So wurde z. B. bei den Casuaren der Stirnfortsatz des Schnabelepithels successive im Lauf der Generationen grösser durch Knöchenanschwellungen höher, hierfür spricht das Verhalten des Helms in der Ontogenie. Denn leider können wir in diesen Fällen immer nur aus dem Gang der Ontogenie schliessen, da uns phylogenetischer Material nicht zur Verfügung steht. Nur sei hier auf den phylogenetischen Entwicklungsgang der Schädel der Hollenhühner aufmerksamgemacht. TREVIRANUS [1] theilt nach den Spicilegien von PALLAS, die mir nicht zur Hand sind, Folgendes darüber mit: "Man findet häufig Enten, Gänse, *Hühner* und Canarienvögel, "welche Federbüsche tragen. Begatten sich Männchen und Weibchen, "die beide mit diesem Schmuck versehn sind, unter einander, so "geht derselbe nicht nur auf die Jungen über, sondern er *nimmt "bei den folgenden Generationen zu*, und artet endlich in eine wirk"liche Krankheit aus. *Erst* nehmlich *entsteht* unter der Kopfhaut "*eine schwielichte Masse*, welche den Scheitel nach aussen hervor"ragend macht. *Dann schwellen die Scheitelbeine an...*" Nun sind zwar die Schädelerhöhungen der Hollenhühner etwas anderes als die Höcker um die es sich hier handelt, aber dennoch ist die Art ihres Entstehns sehr illustrativ und ich glaube man könnte aus den türkischen Tauben leicht Tauben züchten die knöcherne Höcker am Schnabelende hätten.

Jene Höcker brauchten sich aber nicht blos successive zu entwikkeln, sie konnten auch plötzlich, als eine Krankheitserscheinung

---

[1] Biologie B III pg. 451.

Digitized by Google

auftreten, entweder bei einem Individuum oder, weil mehrere unter gleicher Bedingung waren, bei mehrern. Wenn es aber richtig ist was vielfach mitgetheilt wird, dass Vogelweibchen für gewisse nicht einmal, wenigstens nach unsern Begriffen, schöne ja sogar für missformte Männchen [1] eine gewisse Vorliebe haben, so konnten solche eigentlich pathologische Erscheinungen wichtige Factoren bei geschlechtlicher Zuchtwahl werden und sich auch in der freien Natur leicht fortpflanzen. Dass sie aber in der freien Natur vorkommen beweist der "Ptilopus insolitus". Bei so plötzlichen Gebilden wird natürlich alles Forschen nach Uebergängen, nach verbindenden Gliedern vergebens sein, denn dieselben haben niemals existirt; pathologischen Erscheinungen ist nach meiner Meinung bei der Frage nach der Entstehung der Arten noch nicht genug Rechnung getragen, und doch wäre vielleicht gerade von ihnen Licht für so manche dunkle Thatsache zu erwarten.

Die Vögel liefern uns, wie kaum eine andre Ordnung des Thierreichs, ein ungemein reiches Material zur Beleuchtung der Evolutionstheorie, die Manchfaltigkeit ihres durch die Lebensweise bedingten Äussern, ihre geographische Verbreitung, die verhältnissmässige Leichtigkeit ihre Entwicklung im Ei zu studiren, ihr Nestbau, ja ihre wirklich bedeutenden geistigen Fähigkeiten, Alles wirkt zusammen gerade an ihnen die Forschung im Sinne der darwinischen Theorie ungemein lohnend zu machen. Es wäre an der Zeit, dass so viele Gelehrte endlich aufhörten zweifelhafte neue Arten und noch zweifelhaftere Genera zu machen und dass sie anfingen, anstatt zu zersplittern, zu vereinigen, und nach Gesetzen, nach dem

---

[1] Das interessanteste Beispiel theilt Dr. W. Neubert im zoolog. Garten, VII Jahrgang 1866, pg. 247" mit. Dieser treffliche Beobachter besass ein Männchen von Melopsittacus undulatus, dessen Unterschnabelepithel durch einen Unfall in der Jugend sich, wie er es abbildet, colossal verlängert hatte aber "der Vogel" wie er sagt, "scheint den Mangel niemals empfunden zu haben denn er gedieh ganz ausgezeichnet und hat diesen Winter sogar ein anderes Männchen von seinem ihm schon längst angetrauten Weibchen vertrieben. Das alte Sprichwort "die Liebe macht blind" trifft auch hier zu, denn das Weibchen *findet in diesem krummäuligen Kerl, noch mehr Gefallen, als an dem untadelhaften andern Männchen.*"

Digitized by Google

"Warum" der Erscheinungen zu fragen, dass sie aufhörten diese Erscheinungen als etwas Gegebnes ruhig hin zu nehmen oder bewunderend auf sich einwirken zu lassen!

Leiden, 25 Juli 1871.

ERKLÄRUNG DER FIGUREN

auf Tafel XI u. XII.

Fig. 1. *Fuligula clangula*, sagittal durchsägter Schädel.

a. Kopf-
b. Schnabel- } theil des grossen Sinus.

c. Die kleine Höhle.

d. Hirnhöhle.

e. Choane.

f. Riechmuschel.

2. Derselbe Vogel, die Sinus von oben geöffnet.

a. Der grosse Sinus.

b. Stützbälkchen.

c. Medianes Septum.

d. Äussre Wand des kleinen Sinus.

e. Dessen medianes Septum.

f. Der Klappenapparat.

g. Oeffnung in demselben.

h. Communications — Oeffnung der grossen sinus nach der Nasenhöhle.

i. Der vordre
k. Der hintere } Ast des Empfindungsnerven des Schnabels.

3. Stellt Fig. 1 (zum Theil) vergrössert vor.

a. Boden des Schnabeltheils der grossen Sinus.

b. Rest dessen Decke mit dem obern Theil der Wandung des kleinen Sinus durch Bälkchen verbunden.

c. Dieser kleinere Sinus.

d. Äussrer Theil des Klappenapparats, der innre ist mit dem Septum weggenommen.

e. Choane.

Digitized by Google

Fig. 4. *Fuligula nigra*, Gesichtsschädel.
a. Der Höcker.
b. Anschwellung des Maxillare.

5. Derselbe Vogel, Schädel sagittal durchsägt.
a. Der Höcker von Innen, nachdem das Septum weggebrochen ist.
b. Innenraum (Tasche) des Maxillare.
c. Aufsteigende Aeste des Zwischenkiefers.

6. *Fuligula spectabilis*, Gesichtsschädel.
a. Die blasige Auftreibung welche durch das Maxillare bewirkt wird.
b. Hinterer Theil des Maxillare.
c. Furchennath welche dem Hinterrand des proc. maxillaris des Nasenbeins entspricht.

7. *Casuarius galeatus*, junger Schädel.
a. Ethmoidale.
b. Nasale.
c. Reihe von foramina nutritantia.

8. *Buceros plicatus*, sehr junges Individuum, Gesichtsschädel von der rechten Seite.
i. m. Os intermaxillare.
pfr. Dessen processus frontalis.
pmax. Processus maxillaris.
n. Os nasale.
p. i. m. Processus intermaxillaris.
pmax'. Processus maxillaris.
fts. Foramen triangulare.
m. Maxillare.
pr fr'. Processus frontalis.
pr jug. Processus jugalis.
fap. Lücke um das Nasenloch von Haut überzogen, an welche Zacken des Maxillare von Innen treten.

9. Derselbe Schädel von unten.
im. Intermaxillare.
a. Processus maxillaris.
b. „ palatinus.
m. Maxillare.
I. Processus palatinus.
II. „ frontalis.
III. „ jugalis.
fin. Foramen incissivum.
ch. Eingang zu den Choanen.

Digitized by Google

Fig. 10. *Buceros cassidix.* Längsschnitt durch den Schädel; man sieht im Horn den vordern Leerraum und die hintere Stütz — Spongiosa, in der sich Reste eines medianen Septums zeigen. Im Schnabelhohlraum ist ein System sich kreuzender Linien (Druck- und Zugcurven) zu erkennen. Nach einer Photographie.

11. *Buceros rhinoceros*, Spongiosa des Horns von vorn, zur Erklärung mag das Schema in Fig. 12 dienen. Nach einer Photographie.

a. Mitteltheil der Spongiosa.

b. b. Deren Septum (in der Photographie sieht man die im Text erwähnte, starke, aufsteigende Faser.)

c. c. Lamellen die von dieser an die Peripherie des Hornes treten.

d. d. Seitentheile der Spongiosa.

e. e. Deren Hauptzug. (in der Photographie ist nur die untere deutlich.)

f. f. Lamellen die von diesem an die Peripherie treten.

g. g. Die trennenden Klüfte.

13. Die Erklärung dieser Figur ergiebt sich aus dem Text

14. Schema um die Anordnung der Züge in der Spongiosa des Bucerosschnabels zu verdeutlichen, auch für diese Figur findet sich die Erklärung im Text.

15. Schematischer Querschnitt eines Bucerosschnabels im hintern Theil, zu dessen Erläuterung das in Fig. 16 gezeichnete Sprengwerk, wie es die Ingenieure beim Bau von Eisenbahnbrücken anwenden, dienen soll. Bedeutung der Buchstaben ergiebt sich aus dem Text.

17. *Buceros scutatus*, Längsdurchschnitt durch den jungen Schädel, man sieht den Hohlraum im Schnabel und die Epithel-Leiste. Nach einer Photographie.

18. Derselbe Vogel, Längsschnitt durch den erwachsnen Schnabel.

A. Horn.

B. Eigentlicher Schnabeltheil

a. Feine Diploë am Ende des Horns.

b. Sehr compacte Diploë im Horn.

c. Das rothe Epithel das diese Knochenmasse und die Platte (*a*) mit Ausnahme ihrer Vorderfläche überzieht.

e. Raum zwischen Platte und Knochen.

f. Choane.

Digitized by Google

ÜBER DIE STÄBCHEN IN DER RETINA DES NAUTILUS.

VON

Dr. C. K. HOFFMANN.

Prosector ander Universität zu Leiden.

TAF. XIII.

Die ersten mikroskopischen Beobachtungen der Retina des Nautilus verdanken wir Hensen [1]. Seit MAX SCHULTZE [2] die Resultate seiner Untersuchungen an frischen Augen von dibranchiaten Cephalopoden und Heteropoden bekannt gemacht hat und damit ein klares Bild über die Natur der Stäbchen entwarf, ist damit auch das Mittel an die Hand gegeben die in Spiritus aufbewahrten Augen des Nautilus besser zu verstehen.

Durch die Güte des Herrn Prof. BOOGAARD wurde ich in die Gelegenheit gestellt diese Untersuchungen wieder auf zu nehmen, wenngleich ich mir gestehen muss, dass immer noch Vieles dabei lückenhaft geblieben ist. Querschnitte geben unter schwachen Vergrösserungen folgendes Bild (Fig. 1): Centralwärts wird die Retina abgeschlossen durch eine Membrana limitans s. hyaloidea (*a*). Darauf folgen die Stäbchen (*b*) mit ihrem hier stark pigmentirten Ende (*c*); sie setzen sich fort in einander parallel verlaufenden, kernhaltigen Spindelzellen (*d*), die sich in ein Fasergewebe (*e*) auflösen: die Fasern des Sehnerven. Hier schiebt sich die Grenzmembran (*f*) zwischen.

[1] Hensen. Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie Bd. XV. S. 203. 1865.

[2] MAX SCHULTZE in seinem Archiv. Bd. V. S. 1. 1870.

Digitized by Google

Dieses Bild stimmt fast genau überein mit dem welches M. SCHULTZE von Loligo und Octopus giebt, nur dass hier die Stäbchenschicht ganz ohne Pigment, das äussere Ende der Stäbchen dagegen viel stärker pigmentirt ist. Ja noch mehr. Einige günstige Praeparate von isolirten Stäbchen zeigten mir sogar die feine Längsfaserung, welche M. SCHULTZE bei Pterotrachea coronata und Octopus vulgaris nach zu weisen vermochte. Auch hier sieht man an dem stark pigmentirten äusseren Ende jedes Stäbchens eine spindelförmige Faser mit einem eiförmigen Kern in der Anschwellung, wie bei Pterotrachea coronata und Octopus vulgaris (Fig. 2. 3. und 4). Centralwärts geht dies stark pigmentirte Ende in ein aus isolirbaren Fibrillen bestehendes Gebilde über, welches sehr oft in Form eines langen Faserbündels (Bündels von Nervenfibrillen) darzustellen ist. An ihrem peripherischen Ende löst sich die Faser in mehrere feine Fäser hen auf, welche nicht in feine variöse Fädchen ausstrahlen — wie M. SCHULTZE bei Octopus vulgaris angiebt — sondern kurze Stämmchen bilden, gerade wie bei Pterotrachea coronata. Allerdings vermisste ich in der Stäbenschicht von Nautilus die eigenthümlichen Pallisaden, Streifen oder Bänder, welche SCHULTZE in Übereinstimmung mit den Aussengliedern der Wirbelthier — Stäbchen — und Zapfen auch bei den Cephalopoden und Heteropoden nachgewiesen hat. Dieses kann nicht auffallen wenn man bedenkt, dass mir nur Spiritusexemplaren zu Gebote standen da doch jener Forscher ausdrücklich angiebt, dass diese Querstreifung nur besonders deutlich an frischen oder wenigstens an mit Chrom-Oxalsäure u. s. w. behandelten Augen sich erhält. Das einzige was auf das im Leben wirkliche Vorhandensein dieser Plättchen hinweist, ist die ungeheuer grosse Menge feinkörniger Substanz, welche theilweise amorph, zum grössten Theil jedoch in Kugeln (Eiweiskugeln) zusammengehäuft auf dem vorderen Theil der Stäbchen angesammelt liegt.

SCHULTZE giebt an, dass bei den dibranchiaten Cephalopoden die Plättchen sehr schnell unkenntlich wurden und mit den Tropfen gequollener Zwischensubstanz zur Bildung der von früheren Beobachtern beschriebenen, zum Theil für Zellen gehaltenen Blasen beitragen. Zur Controle habe ich dieselbe Erscheinung an frischen Sepienaugen nachgesehen. Wir kommen also zu dem Resultat dass das

Digitized by Google

Auge des Nautilus mit dem der Cephalopoden und besonders der Heteropoden genau übereinstimmt, vorausgesetzt dass die Eiweiskugeln der in Spiritus aufbewahrten Retina der Plättchenschicht des lebendigen Thieres entsprechen.

HENSEN unterscheidet in der Retina so wohl der dibranchiaten Cephalopoden als des Nautilus zwei Blätter, ein äusseres und ein inneres, durch eine Grenzmembran von einander getrennt. SCHULTZE hat diese feine Membran an Querschnitten erhärteter Cephalopodennetzhäute in Form einer feinen Linie gesehen, während er an isolirten Stäbchen gar nichts davon bemerken konnte. Er lässt es deshalb dahin gestellt sein, ob dieselbe etwa an gewissen Stellen fehle. Dass diese Membran Schwankungen unterworfen ist, geht nach SCHULTZE schon daraus hervor, dass sie bei Nautilus etwas mehr nach aussen gerückt ist; dadurch seien die Beziehungen der Stäbchen zu den Stäbchenzellen bei Nautilus denjenigen ähnlich, welche er van Octopus abbildet.

So habe auch ich die Grenzmembran beim Nautilus nicht constant gefunden, stellenweis fehlte sie. Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob Gebilde wie sie in Fig. 5 abgebildet sind als künstlich von den Stäbchen abgerissene Fasern oder als HENSEN'sche "Nervenfasern" aufzufassen sind.

Die Nervenbündel bilden beim Nautilus nicht wie bei den Dibranchiaten eine eigentliche Nervenschicht, sondern verlaufen, wie schon HENSEN hervorgehoben hat, in einzelnen runden Stämmen im Bindegewebe unter der Retina hin und gehen dann, so bald sie die letztere berühren, in kleine Bündel in sie ein. Einen directen Zusamenhang der Sehnervenfasern mit den Stäbchenfasern habe ich wohl nicht gesehen, glaube aber freilich dass daran wohl nicht gezweifelt werden kann. An Schnitten welche 8—10 Stunden in 0.05 % Goldchloridlösung gelegen haben, kann man sich am besten von diesem Verlauf überzeugen.

Die Stäbchen der Retina des Nautilus stimmen demnach sehr gut überein mit denen der dibranchiaten Cephalopoden und besonders der Heteropoden (Pterotrachea coronata.)

Digitized by Google

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Querschnitt durch die Retina des Nautilus $^{130}/_{1}$.

a. Membrana limitans.

b. Die Stäbchen.

c. Das stark pigmentirte äussere Ende der Stäbchen.

d. Stäbchenfasern mit Kernen.

e. Fasern des Sehnerven.

f. Grenzmembran.

2 und 3. Isolirte Stäbchen von Nautilus $^{700}/_{1}$.

a. Inneres.

b. äusseres Ende.

c. Stäbchenfaser.

4. Die stark pigmentirten äusseren Enden dreier Stäbchen mit den Stäbchenfasern und deren Endausläufern $^{700}/_{1}$.

5. Fasern derer Bedeutung in dem Text angegeben ist.

Digitized by Google

ÜBER DAS BLUTGEFÄSSSYSTEM DER ECHINIDEN.

VON

Dr. C. K. HOFFMAN.

Prosector an der Universität zu Leiden.

TAF. XIV.

Einige demnächst erscheinende Untersuchungen zur Anatomie der Asteriden und Ophiuren haben mir gezeigt, dass die bis jetzt herrschenden Anschauungen über das Blutgefässsystem der Asteriden unrichtig sind, dass namentlich ein oraler und analer Blutgefässring bei diesen Thieren fehlt. Zu diesem Resultat ist auch R. GREEFF [1] vor Kurzem gelangt.

Aus meinen Untersuchungen der Spatangen ist hervorgegangen dass auch hier weder ein Anal- noch ein Oralring vorkommt.

Demnach bleiben uns nur die Echiniden über, bei welchen man einen Blutgefässring am Schlund und After vermuthet hat.

Es war mir deshalb von Interesse das Blutgefässsystem der Echiniden nochmals genau zu untersuchen und ich beeile mich denn auch gern zu gestehen dass die in meiner vorigen Arbeit gegebene Beschreibung des Blutgefässsystems der Echiniden theilweise fehlerhaft ist.

Die Untersuchungen wurden wieder an grossen mittelmeerischen Exemplaren von *Toxopneustes* (T. lividus) und *Psammechinus* (P. neglectus) angestellt.

---

[1] R. GREEFF Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. No. 8. 1871.

Digitized by Google

Wie bei den Spatangen so kommt auch bei den Echiniden ein Blutgefässring weder am Schlund noch am After vor. Nur am Oesophagus findet man den einzigen Gefässring und dieser ist der Wassergefässring, im welchen so wohl das an der Rücken- wie an der Bauchseite des Darmes verlaufende Blutgefäss einmündet. Das vom Scheitel bis zur Laterne herabsteigende Gefäss, welches in seiner Mitte das braunlich eiförmige gegen 4—8 Mm. lange Herz trägt welches nach den älteren Mittheilungen den oralen mit dem analen Gefässring vereinigen sollte, ist der eigentliche *Steinkanal* und bei genauer Betrachtung kann man sich unschwer überzeugen, dass dieser Kanal wirklich von der Madreporenplatte selbst entspringt und sich in den Wassergefässring ausstürzt. Die Verdickung des Steinkanals können wir ähnlich wie bei den Spatangen (S. Taf. VI. Fig. 41, 42 e.) das Wassergefässherz nennen.

Eine den Steinkanal und das Wassergefässherz wie eine Art Pericardium (Leydig) umhüllende Mesenterialhaut hält dieselbe am Darm. Neben dem Herzen, oft selbst in eine Rinne des Herzens eingedrückt verläuft vom Scheitel bis zur Laterne ein feines Bändchen, wahrscheinlich eine Verdickung des Mesenteriums welche zu der Vermuthung geführt haben mag, dass hier ein wirklicher Kanal (der Steinkanal der Autoren) vorkommt.

Das Blut- und Wassergefässsystem der Echiniden stimmt also in der Hauptsache vollkommen mit dem der Spatangen überein. Bei beiden fehlt so wohl der anale wie orale Blutgefässring, bei beiden kommt nur an der Bauch- und Rückenseite des Darmes ein Blutgefäss vor. Bei den Echiniden münden so wohl Bauch- als Rückengefäss in den Wassergefässring ein und stellen also unmittelbar den Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefässsystem dar; bei den höher entwickelten Spatangen hingegen zweigt sich ein Ast von dem aus dem Bauchgefäss entspringenden Magengefäss ab und nur dieser mündet in den Wassergefässring aus. Bei beiden zeigt der Steinkanal eine Auschwellung oder Verdickung (Wassergefässherz) welche bei den Echiniden gänzlich, bei den Spatangen zum grössten Theil durch ein Mesenterium bekleidet wird. Bei den Echiniden verläuft der Steinkanal vom Scheitelschilde bis zum Wassergefässring in einer geraden Linie, bei den Spatangen zeigt er einen geschlängelten Verlauf.

Digitized by Google

Aus dem Zusammenhang des Blut- und Wassergefässsystemes geht hervor dass letzteres nicht allein für die Locomotion sondern auch für die Respiration und Excretion von grosser Bedeutung ist. Schon vor ungefähr zwanzig Jahre hat LEYDIG [1] den Gedanken ausgesprochen dass höchst wahrscheinleich dem Wassergefässsystem der Echinodermen die Rolle eines excretorischen und respiratorischen Apparates beigelegt werden müsste.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. *a.* Ambulacralgefässe mit Ambulacralbläschen.
b. Ovarien.
c. Gegend der Madreporenplatte.
d. Steinkanal (Wassergefäss) mit dem Wassergefässherz.
e. Mesenterialhaut.
f. Oesophagus.
g. Rückenblutgefäss.
h. Bauchblutgefäss.
k. Enddarm.
l. Mesenterialbändchen welche den Enddarm am Schale befestigen.
m. Gebisspyramide.
Von Toxopneustes lividus $^1/_1$.

Fig. 2. *a.* Ambulacralplatten.
b. Interambulacralplatten.
c. Madreporenplatte.
d. f. g. h. k. l. wie in Fig. 1.
e. Wassergefässring.
Von Toxopneustes lividus $^1/_1$.

[1] T. LEYDIG. Lehrbuch der Histologie. S. 392 und 469.

Digitized by Google

ÜBER DIE

PARS CILIARIS RETINAE UND DAS CORPUS EPITHELIALE LENTIS DES CEPHALOPODENAUGES

VON

Dr. C. K. HOFFMANN,

Prosector an der Universität zu Leiden.

TAF. XV.

Bei einigen Untersuchungen über die Retina des Cephalopodenauges wurde ich auf den höchst merkwürdigen Bau des Corpus epitheliale (ciliare) lentis aufmerksam. Lange blieb mir der Bau desselben dunkel, bis ich endlich das Glück hatte, die Augen eines riesigen Loligo, welchen ich der Güte des Hern Prof. SELENKA verdanke, frisch untersuchen zu können.

Betrachtet man einen Querschnitt des Auges (Fig. 1 und 2) so bemerkt man bei *a* das Ganglion opticum, *b* stellt die Nervenfasern vor, welche von ihm entspringen und nachdem sie den Aequatorialknorpel *c* durchbohrt haben, die Nervenschicht *d* bilden; *e* ist die Stelle wo die Stäbchenschicht aufhört, *f* die homogene Membran, welche von dieser Stelle an der Nervenschicht fest anzuliegen pflegt, *g* die Knorpelhaut der Iris, *h* und *i* die Muskelfasern welche von der Aequatorialknorpelhaut, respective der der Iris entspringen, (erstere bilden den Langer'schen Muskel); *l* die Fortsetzung der Nervenschicht (Pars ciliaris retinae), *m* das Corpus epitheliale lentis, *n* die Linsenscheidewand, *o* die Linse selbst, *p* die Argentea externa, *q* die Argentea interna. Untersucht man erst die Stelle, wo Retinastäbchen und Corpus epitheliale lentis aufhören — die Pars ciliaris retinae —

Digitized by Google

(Fig. 3 und 4) so ergiebt sich, dass diese aus einander parallel verlaufende Nervenfasern besteht, welche in das Corpus epitheliale ausstrahlen. Den Nervenfasern fehlt das Mark und die Schwann'sche Scheide. Innerlich wird dieser Theil von Pigmentzellen ausgekleidet, welche von der Fläche gesehen ein Mosaik bilden (Fig. 5). Nach Behandlung und Maceration in verdünnten Lösungen von Chromsäure und doppel chromsaurem Kali bemerkt man dass diese Zellen eine cylinderförmige Gestalt haben und an ihrem basalen Ende in ein Büschel von feinen Fibrillen zerfallen (Fig. 6 und 7), ungefähr ebenso wie MORANO [1] die Pigmentzellen der Wirbelthierretina abbildet. Von einem Zusammenhang dieser Zellen mit der darunter gelegenen Nervenschicht habe ich niemals etwas bemerken können.

Nach aussen wird die Nervenschicht durch eine homogene Membran (eine Fortsetzung der Hüllhaut der Retina HENSEN's) abgeschlossen. Diese Membran ist zugleich die Trägerin der Gefässe, welche sehr reichhaltige Netze bilden.

An der Zusammensetzung des Corpus epitheliale lentis betheiligen sich Epithelzellen, Bindegewebe, Muskelfasern, Gefässe und Nerven. Ausserdem setzt sich die Linsenscheidewand in das Corpus epitheliale lentis fort.

Die Epithelzellen bilden im frischen Zustand zarte mehr oder weniger runde, länglich-ovale oder birnförmige mit grossem Kern versehene Zellen, welche in ungemein lange, zuweilen mehr als 2—3 Mm. messende Faden übergehen (Fig. 8, 9, 10). Auf der hinteren Fläche des Corpus epitheliale lentis trägt das Protoplasma dieser Zellen fein körniges Pigment, auf der vorderen Fläche ist es dagegen vollkommen homogen. Die Zellen lagern einander eng an. Nach Behandlung mit doppelchromsaurem Kali von verschiedener Concentrationsgraden wird das Protoplasma fein körnig, die Zellkörper verunstalten sich mehr oder weniger und nehmen mehr eine cylinderförmige Gestalt an. Der Kern welcher gewöhnlich nur ein, selten mehrere Kernkörperchen trägt, wird deutlicher und der Zellfortsatz zeigt dann sehr schöne varicöse Anschwellungen.

Vortrefflich lassen sich die Zellen in einer Lösung von Oxalsäur von $50_0/^0$ conserviren. Goldchloridlösungen und Osmiumsäure hingegen

[1] F. Morano Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VIII 1871. S. 81.

Digitized by Google

verunstalten die Zellkörper sehr. Immer aber gab die Untersuchung der frischen Thiere so wohl für die Isolation als für die Form der Zellen und für die ungeheuer langen Fortsätze die besten Resultate.

Als Unterlage dieser Zellen dient ein sehr zartes Bindegewebsgerüste, welches von der Aequatorial-respective Irisknorpelhaut entspringt und sich an die Linsenscheidewand anheftet. Dieses Bindegewebe besteht aus feinen Bälkchen, welche auf regelmässigen Abständen Maschen bilden (Fig. 22) in welche die Epithelzellen eingebettet sind. Besonders an Pinselpraeparaten und nachträglicher Tinction mit Anilin kann man sich von diesem sehr schönen und regelmässigen Maschengewebe überzeugen.

Die vom Aequatorialknorpel entspringenden Muskelfasern bilden den von Langer [1] beschriebenen Binnenmuskel des Cephalopodenauges. Dessen Structur stimmt vollkommen mit der der anderen Muskeln dieser Thiere überein, so dass alles was Boll [2] darüber berichtet hat, auch für diese Fasern gilt.

Ausser diesen vom Aequatorialknorpel entspringenden Muskelfasern kommen auch noch andere vor, welche von dem Irisknorpel entspringen und ebenfalls in das Corpus epitheliale lentis ausstrahlen. Diese bilden also einen zweiten Muskel für die Linse. Bei der Contraction der Muskelfasern wird das Corpus epitheliale nach hinten respective nach oben gezogen werden, je nachdem entweder die vom Aequatorial-oder die vom Irisknorpel entspringenden Fasern sich verkürzen.

Diese Bewegung theilt auch das in's Corpus epitheliale sich fortsetzende Linsenseptum und dadurch auch die Linse selbst.

Die sehr zahlreichen radiär verlaufenden Gefässe sind schon so genau von Hensen [3] und H. Müller [4] beschrieben, dass ich nichts neues hinzufügen kann. Den Nervenfasern endlich, welche unmittelbare Fortsetzungen der Pars ciliaris retinae sind, fehlen eben wie dort, das Mark und die Schwann'sche Scheide. Schon in der Pars ciliaris retinae in der Nähe des Corpus epitheliale lentis

---

[1] Langer. Sitzungsb der Kaiserl. Akademie der Wissenschaft im Wien. Bd. V. 1850. S. 324.

[2] F. Boll. Beiträge zur vergleichend. Histol. der Molluskentypus 1869. S. 20.

[3] Hensen. Zeitschrift. f. wiss. zool. Bd. XV. 1865. S. 155.

[4] H. Müller. Ibidem. Bd. 4. 1853. S. 344.

Digitized by Google

fangen die Nervenfasern an sich dichotomisch zu theilen, welche Theilung sich in dem Corpus epitheliale wiederholt.

Von den früheren Autoren finden wir die genauesten Angaben bei HENSEN [1] welcher schon das Vorkommen der höchstmerkwürdigen Epithelzellen auf dem Corpus ciliare nachgewiesen und zugleich bemerkt hat dass das Corpus ciliare des Cephalopodenauges mit dem des Säugethierauges durchaus nicht zu vergleichen sei. Er machte deshalb den Vorschlag, dieses Gebilde mit dem Namen des Corpus epitheliale zu bezeichnen, ein Name der auch sehr passend erscheint. HENSEN beschreibt die erwähnten Zellen genau, doch sind ihm die Lagerungsverhältnisse nicht gut bekannt gewesen, denn er sagt: "dass mit "Ausnahme einiger an der äussersten Peripherie des vorderen Cili- "arkörpers gelegenen Zellen, welche in Wirklichkeit nur die Ober- "fläche erreichen, alle andere Fasern (die langen varicösen Fäden "der Zellen) des vorderen Ciliarkörpers und sämmtliche des hintern "die Linse erreichen und ausschliesslich das Linsenseptem bilden." HENSEN denkt sich also die langen Fäden der Epithelzellen nicht dem Corpus epitheliale sondern der Linse zugekehrt. H. MÜLLER [2] welcher ebenfalls diese Zellen gesehen hat und dieselbe mit Ganglienkugeln vergleicht, denkt sich ihre Lage ebenso, wie aus dem folgenden Satz hervorgeht: "Die Fasern gehen aber alle nach der "Linse zu und es lässt sich der Übergang solcher schmaler Fasern "in die breiten Bänder der Linse mit Evidenz beobachten. Es hat "also im vordern wie im hintern Linsensegment jede Faser eine "breite Parthie, welche der mittleren Wölbung angehört und eine "schmale Parthie, welche in der peripheririsch abgeflachten Theil "der Linsen hineingeht und zuletzt mit einer Zelle endigt."

VINTSCHGAU bestätigt MÜLLER'S Angaben über den Zusammenhang dieser Zellen mit der Linse, beschreibt aber dann noch einen zweiten Fortsatz der Zellen des Corpus epitheliale welche dem Langer'schen Muskelfasern gleichen sollten, und er vermuthet dass dieser Fortsatz sich mit den Langer'schen Muskelfasern vereint.

Dass aber die langen Fortsätze der Zellkörper nicht der Linse, sondern dem Corpus epitheliale zugekehrt sind und nach den Ner-

---

[1] HENSEN. L. c. S. 175.

[2] H. MÜLLER. L. c. S. 346.

Digitized by Google

venbündeln der Pars ciliaris retinae hin ausstrahlen, darüber geben feine Querschnitte gehärteter Praeparate den besten Aufschluss. Besonders war dies bei dem grossen Loligo deutlich zu sehen, bei welchem das Linsenseptum zwischen Linse und Corpus epitheliale eine ungefähr 3 Mm. breite, freie Partie bildete (Fig. 1). Bei kleineren Arten von Loligo, bei Sepia und Octopus dagegen wird die Linse mehr direct von dem Corpus epitheliale ringsherum umfasst, und ist eine freie Parthie des Linsenseptum nicht zu unterscheiden, wie es HENSEN auf Taf. XII. Fig. 1 und 4 auch abgebildet hat. Wie schon bemerkt geht das Bindegewebsgerüste, in dessen Maschen die Epithelzellen abgelagert sind, in das Gewebe des Linsenseptum über. Bei Sepia und bei kleinen und mittelgrossen Arten von Loligo, wo keine freie Parthie des Linsenseptum vorkommt, sondern wo das Corpus epitheliale lentis die Linse rings umfasst, strahlt das Bindegewebsgerüste auch in die peripherischen Parthien der Linse aus, wie schon daraus hervorgeht, dass man mit den einzelnen Linsenlamellen des vordern oder hintern Segmentes einzelne Stücke des Corpus epitheliale abziehen kann, ein Handgriff der schon HUSCHKE [1] und KROHN [2] bekannt war. Pinselpraeparate geben aber die besten Aufschlüsse.

Es fragt sich nun, welche Bedeutung diesen Zellen beigelegt werden müsse; denn dass sie weder die Linsenfasern noch das Linsenseptum bilden, geht so wohl aus ihren Lagerungsverhältnissen wie aus ihren Gestalt und Form hervor. Die ausserordentliche Länge der Fasern in welche die Zellkörper übergehen, ferner der Umstand dass einige Zeit nach dem Tode und nach Behandlung in verdünnten Chromsäure- und doppelchromsauren Kalilösungen diese Fasern varicös werden, das Alles deutet auf nervöse Elemente hin, und es liegt auf der Hand, diese Zellen als ein eigenthümliches Sinnesepithel aufzufassen. Bedenkt man weiter dass den peripherischen Nervenfasern der Mollusken das Mark und die Schwann'sche Scheide fehlt, dann wird man, wie ich glaube, wohl berechtigt sein, diese langen Fäden der Zellen als Nervenfasern zu deuten.

Einen unmittelbaren Zusammenhang dieser ungemein langen Fasern

---

[1] HUSCHKE. Commentatio de pectine in oculo avium. 1810.

[2] KROHN. Nova acta phys-medic. Tom. XVII. Pars prima. S. 337. 1835.

Digitized by Google

mit denen der Nervenschicht der Pars ciliaris retinae habe ich wohl nicht beobachtet, zweifele jedoch nicht, dass ein solcher in Wirklichkeit Statt finden muss, um so mehr da man deutlich sehen kann, wie die Nervenfasern der Pars ciliaris retinae in das Corpus epitheliale lentis ausstrahlen. Dass ein Sinnesepithel auf der vorderen Fläche des Corpus epitheliale lentis vorkommt, lässt sich aber leicht erklären wenn man bedenkt, dass die als Cornea bezeichnete Haut des Cephalopodenauges durchbohrt ist und dass das Seewasser also unmittelbar die Linse und das Corpus epitheliale umspült.

Schwieriger ist das Vorkommen derselben eigenthümlichen Zellen auf der hinteren Fläche des Corpus epitheliale lentis zu erklären. Vielleicht ist der vollkommen flüssige Zustand des Humor aqueus bei den Cephalopoden für diese Zellen nicht ganz ohne Bedeutung.

Welche Function diesem Sinnesepithel zukommen könne, weiss ich nicht. Es kann sein dass es bei der Accomodation eine Rolle spielt, in der Art dass durch einen Reiz des Seewassers auf diese Zellen die vom Aequatorial und Irisknorpel entspringenden Muskelfasern reflectorisch zur Contraction gebracht werden, wodurch das Linsenseptum und damit auch die Linse nach hinten respective nach oben gezogen würde.

Ich bemerke zum Schluss, dass die Untersuchungen an frischen Exemplaren von Sepia officinalis und Loligo sagittata, ferner an Spiritusexemplaren von Argonauta argo und mehreren Octopodenspecies angestellt wurden.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Idealer Querschnitt durch das Auge von Loligo sagittata.

a. Ganglion opticum.

b. Nervenfasern.

c. Aequatorialknorpel.

d. Nerven- und Stäbchenschicht welche letztere bei

e. aufhört.

Digitized by Google

f. Homogene Membran (Hyaloidea).
g. Knorpelhaut der Iris.
h. Langer'sche Muskelfasern.
i. Vom Irisknorpel entspringende Muskelfasern.
l. Fortsetzung der Nervenschicht. (Pars ciliaris retinae).
m. Corpus epitheliale lentis.
n. Linsenseptum.
n'. Freie Parthie des Linsenseptum.
o. Linse.
p. Argentea externa.
q. Argentea interna.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Theil des Auges von Loligo $^{1}/_{1}$.
c. d. e. f. g. h. i. l. m. n. n'. p. q. wie in Fig. 1.

3. Vordere Fläche der Retina und des Corpus epitheliale lentis von Loligo $^{1}/_{1}$.
a. Stäbchenschicht welche bei
b. aufhört.
c. Pars ciliaris retinae.
d. Corpus epitheliale lentis.
e. Freie Parthie des Linsenseptum.
f. Linse.

4. Hintere Parthie der Retina und des Corpus epitheliale lentis von Loligo $^{1}/_{1}$. Buchstaben wie in Fig. 3.
c'. Langer'sche Muskelfasern nahe der Ursprungstelle am Aequatorialknorpel abgeschnitten.

5. Pigmentzellen der Pars ciliaris retinae von der Fläche gesehen. Sepia officinalis $^{350}/_{1}$.

6 und 7. Isolirte Pigmentzellen der Pars ciliaris retinae $^{450}/_{1}$. Sepia officinalis.

8 und 9. Zellen der vorderen Fläche des Corpus epitheliale lentis von Loligo sagittata; frisch; $^{1000}/_{1}$.

10. Zellen von der hinteren Fläche des Corpus epith. lentis von Loligo sagittata; frisch; $^{1000}/_{1}$.

11—14. Zellen der vorderen Fläche,

15—18. Zellen der hinteren Fläche des Corp. epith. von Sepia offic. nach Behandl. in Chroms. und doppelchroms. Kali; $^{700}/_{1}$.

19—20. Zellen der vorderen Fläche,

21. Zellen der hinteren Fläche des Corpus epith. von Octopus; Spiritus praep.; $^{700}/_{1}$.

22. Bindegewebsgerüste, in dessen Maschen die Zellen abgelagert sind; Loligo; $^{400}/_{1}$.

Digitized by Google

BEOBACHTUNGEN ÜBER DEN VOGELSCHWANZ

VON

WILLIAM MARSHALL

in Weimar.

Wenn auch in der letzten Zeit viele und wichtige Gründe bekannt gemacht sind, welche die nahe Verwandtschaft der Reptilien und Vögel darthun, so scheint es mir doch nicht überflüssig neue diese Verwandschaft bestätigende Momente beizubringen, zumal es sich in den folgenden Seiten um eine Sache handelt, die vielleicht zugleich etwas dazu beitragen könnte die immerhin noch grosse Kluft, die Archaeopteryx von den jetzt lebenden Vogelformen trennt, zu überbrücken.

Es ist bekanntlich eins der charaktristischsten Kennzeichen des Archaeopteryx, dass sein Schwanz wie der der Reptilien aus einer beträchtlichen Anzahl freier Wirbel besteht, die sich in ihren Proportionen nach hinten successive verkleinern; die Steuerfedern sind, ähnlich wie die Barten an einer Feder, neben diesem "Wirbelkiel" der Art angeordnet, dass je zwei Federn, jederseits eine, auf jeden Wirbel kommen, bei den lebenden Vogelformen ist die Zahl der Schwanzwirbel, auch die mit den Beckenknochen verwachsnen eingerechnet, eine sehr viel geringere d. h. wenn man die Anschauungsweise fast aller Forscher theilt und den letzten Knochen der Wirbelsäule wirklich als einen einzigen, sehr vergrösserten und häufig zu einer Platte ausgezognen Wirbel ansieht. In diesem Falle wird es auch sehr schwer die Gruppirung der Steuerfedern bei den lebenden Vögeln von der Art, wie dieselben beim Archaeopteryx angeordnet sind, abzuleiten; denn nach dieser Annahme treten jene Federn, durch Fett etc.

Digitized by Google

weit von der Wirbelsäule getrennt und in einem mehr oder weniger flachen Bogen fächerartig angeordnet, nur zu einem einzigen Wirbel in Beziehung. Diese verschiedne Anordnung der Steuerfedern und die, allerdings nur scheinbar, andre Art wie sie sich zur Wirbelsäule verhalten, war einer der Hauptgründe, die HAECKEL [1] veranlassten für die Klasse der Vögel zwei Unterklassen anzunehmen und zu benennen: die der Saururen oder Fiederschwänzigen und die der Ornithuren oder Fächerschwänzigen; die erste Unterklasse wird bis jetzt blos durch den Archaeopteryx gebildet, zur zweiten aber gehört die ganze, grosse Zahl der lebenden und vieler fossilen Vogelformen. Ich glaube, gestützt auf meine Befunde, dass diese Unterschiede nicht so sehr durchgreifend sind, sondern dass viel mehr der Schwanz der lebenden Vögel in allen seinen Theilen nicht wesentlich vom Schwanz des Archaeopteryx und somit der Reptilien unterschieden ist, vielmehr nur auf einige wenige erworbne Modificationen beruht.

Die Wirbel.

Die Wirbelsäule der lebenden Vögel zerfällt in ihrem caudalen Theil in drei mehr oder weniger scharf gesonderte Abschnitte, die einerseits durch die verschiedne Entwicklung der Wirbel andrerseits durch ihre Verbindung mit andern Scelettheilen bedingt werden. Eine bedeutende Zahl betheiligt sich an der Bildung des Beckens als Ganzes [2], eine den Reptilien und den Saururen gegenüber geringe Zahl bleibt unverwachsen und mehr oder weniger beweglich mit einander verbunden als freie Wirbel des Schwanzes, drittens kommt es am Ende der ganzen Wirbelsäule zur Bildung jenes orginellen Knochens, der als Träger der Steuerfedern für das Vogelscelet so charaktristisch ist, ja für die Systematik oft von Bedeutung werden kann [3]. Nirgends bei den Reptilien auch da nicht, wo, wie bei den Schildkröten, der Schwanz nur gering entwickelt ist, finden wir eine ähnliche Erscheinung.

[1] HAECKEL, generelle Morphologie, II, Band pg. CXL.

[2] GEGENBAUR, Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel, jenaische Zeitschr. B. 6 pg. 157.

[3] GIEBEL, der letzte Schanzwirbel der Vogelskeletes. Zeitschr. für ges. Ntrwiss. B. 6. pg. 29. ff.

Digitized by Google

Dieser meist pflugschar — aber auch messerklingen — bis dornförmige Knochen, den ich Endkörper der Wirbelsäule nennen will, wird, wie ich schon sagte, von fast allen Anatomen als ein einziger allerdings bedeutend modificirter Wirbel angesehn. Nur OWEN [1] weicht von dieser allgemeinen Auffassung ab, nach ihm verschmölzen bei den Vögeln die letzten zwei bis drei Endwirbel; in seiner Abhandlung über den Archaeopteryx giebt er mehr bestimmt an, die höchste Zahl der hier verwachsenden Wirbel sei drei. [2] Aber auch bei ihm finden sich diese Ideen nur beiläufig, eine durchgeführte Untersuchung, die namentlich auch die Anordnung der Steuerfedern berücksichtigt, ist mir überhaupt nicht bekannt geworden.

Ehe ich meine an Embryonen und jungen Thieren gewonnenen Resultate mittheile, scheint es mir nöthig aus dem nicht unansehnlichen Reichthum von Formen, den der Endkörper bei den erwachsenen Individuen der ganzen Vogelreihe aufweist, wenigstens die hervorzuheben welche für gegenwärtige Untersuchung von Wichtigkeit sind. Es treten nemlich am Endkörper auch der erwachsnen Vögel häufig Eigenthümlichkeiten auf, die sich nur erklären lassen, wenn man davon ausgeht, dass es sich hier um einen zusammengesetzten Knochen handelt. Am Endkörper lassen sich verschiedne Theile unterscheiden: erstens ein axaler Theil, der die Verlängrung der eigentlichen Wirbelsäule ist, bestehend aus einer nicht unbeträchtlichen Zahl verwachsner Wirbelkörper; ferner eine obere Dornplatte (GIEBEL) hervorgegangen aus einer Verwachsung der obern Dornfortsätze der den axalen Theil bildenden Wirbelkörper, häufig finden sich weiter seitliche Fortsätze in Gestalt von Flügeln und Leisten, gebildet durch die verwachsnen Querfortsätze; endlich tritt oft eine untere Dornplatte (GIEBEL) auf als Resultat der verwachsenen untern Dornfortsätze oder Haemapophysen, der dem Schwanz zukommenden Homologa von Rippen.

Die Papageyen, Spechte, Macrochiren, Tauben, Hühner, Sumpfvögel und Longipennen zeigen wenig Besonderes, nur werde ich bei Besprechung der Steuerfedern auf gewisse durch diese bedingte Modificationen des Endkörpers bei einigen Mitgliedern dieser Fami-

[1] OWEN, Anat. Physiol. of Vertebr. Tom. II. pg. 37.

[2] Wenigstens auf der Tafel. Übrigens sagt auch Gegenbaur (l. c. pg. 182) von Otis: Das..... wenig mächtige Plugscharbein bietet noch Spuren mehrfacher Wirbel dar.

Digitized by Google

lien zurück zu kommen haben. In den noch übrig bleibenden Gruppen der Coccygomorphen, Raubvögel, Passerinen, Lamellirostren, Urinatoren, Steganopoden und Strausse finden sich jedoch einige interessante Verhältnisse des Endkörpers, auf die zum Theil Owen schon aufmerksam gemacht hat. [1]

Die Nashornvögel, diese in jeder Hinsicht interessante Familie der Coccygomorphen, zeigen auch am Endkörper besondre Eigenthümlichkeiten; bei ihnen ist der Knochen im Verhältniss zum übrigen Scelet so gross und stark wie bei keiner andern Vogelfamilie. Die obre Dornplatte ist schwach, auch der axale Theil und die Querfortsätze sind nicht bedeutend entwickelt, während die untre Dornplatte zu einer überwiegenden Geltung kommt. Sie ist hier, wie bei den meisten übrigen Coccygomorphen, nicht von den Seiten her sondern von oben nach unten zusammengedrückt, sodass die Unter-respective die Hinterseite des Körpers eine, ungefähr rhombische, Fläche bildet; an den Seiten dieser Fläche finden wir rechts wie links fünf Vorsprünge (so bei Buceros bicornis, siehe Fig. 1); die vier vordern jederseits liegen in einem continuirlichen Bogen: der fünfte und letzte bildet aber zusammen mit dem fünften der andern Seite das pfeilspitzenartig abgesetzte Ende der ganzen Wirbelsäule. Dies fünf Vorsprünge an jeder Seite sind die Andeutungen von eben so vielen verschmolznen untern Dornfortsätzen, welche beim nestjungen Vogel auch noch, wie ich später zeigen werde, getrennt vorhanden sind. Bei vielen Sceletten von erwachsnen Bucerosarten, wenn nicht bei allen, ist übrigens der vor dem Endkörper gelegne Schwanzwirbel mit jenem durch Symphyse unbeweglich verbunden, ohne aber je vollständig mit ihm zu verwachsen. Wohl aber verwächst bei allen von mir untersuchten ganz entwickelten Sceletten der zwischen diesem letzten halbfreien und dem vorletzten ganz freien Schwanzwirbel gelegne untre Dornfortsatz mit dem Endkörper vollkommen, wird mit zu dessen untern Dornplatte gezogen. Auf diese Art formt der Endkörper vorn an der Unterseite einen Hacken, der oben ausgehöhlt ist und mit der gleichfalls ausgehöhlten Vorderfläche des letzten, halbfreien Wirbel-

[1] Owen, Anatomy of Vertebrates, Vol. II, pg. 37.

Digitized by Google

körpers eine gemeinsame Gelenkhöhle bildet, in der die convexe Hinterfläche des vorletzten Wirbelkörpers spielt. Dies so zu Stande gekommne Kugelgelenk ermöglicht es dass diese Vögel wie die Rhamphasten ihren Schwanz auf eine auffallende, höchst barokke Manier auf den Rücken in die Höhe klappen können[1]. Der Endkörper ist übrigens einer der pneumatischsten Knochen am Bucerosscelet.

Aehnliche Spuren eines ursprünglich nicht verwachsnen Zustands der die untre Dornplatte bildenden Fortsätze kommen auch bei vielen Tagraubvöglen vor, nur sind es hier nicht sowohl Vorsprünge als vielmehr Lücken und Löcher, die jedoch nie sehr zahlreich sind; auch ist ihr Vorhandensein und der Grad ihrer Entwicklung bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen die vielleicht auf Rechnung des Geschlechts oder wahrscheinlicher des Alters zu setzen sind. Bei Buteo finde ich ziemlich constant ein die Dornplatte quer durchsetzendes Loch, bei Gypaëtus barbatus aber deren drei, zwei vordre über einander liegende und ein hinteres. Bei Aquila und besonders bei Gypogeranus secretarius sind die Verhältnisse complicirter. Diese Vögel haben sechs freie Schwanzwirbel und zwischen den fünf hintersten vier Haemapophysen, die erste ist klein, gegabelt, die dritte und vierte endlich bilden, indem die Enden der Gablung mit einander verwachsen geschlossne Canäle. Aenliche Verhältnisse zeigt der Endkörper. Die untre Dornplatte ist von den Seiten her durch ein grosses rundes Loch quer durchbrochen; in der Hinterfläche findet sich ein noch grössres Loch (Fig. 4 & 5) Es handelt sich hier also um eine nur partielle Verwachsung der ersten untern Dornfortsätze des Endkörpers, diese Verwachsung zeigt sich, erstens: in Knochenbrücken die den vordern Fortsatz mit dem zweiten verbinden; zweitens: in dem dünnen knöchernen Verbindungsstück das die beiden gabligen Enden des ersten Dornfortsatzes unter einander vereinigt. Eine ähnliche kleine Öffnung fand ich bei Milvus govinda in der Hinterfläche des Endkörpers. Dergleichen Lücken zeigen auch einige Steganopoden,

[1] Horsfield and Moore, A catalogue of the birds in the mus. of the E. I. Company. Vol. II, pg. 602.

Digitized by Google

constant wie scheint nur Fregatta (eins) aber ich habe es auch einmal an einem erwachsnen Scelet von Sula piscatrix gesehn.

In der obern Dornplatte fand ich bei Psophia ein Loch, ebenso unter den rabenartigen Vögeln bei Barita, Coronica und Coracias, bisweilen ist hier jedoch diese Öffnung verschwunden und findet sich statt dessen nur eine dünne Stelle im Knochen. Bei einigen Vöglen treten nun am Endkörper noch einige andre Documente einer Verwachsung aus mehrern Knochen auf. Namentlich sind es wieder, wie bei Buceros, Vorsprünge sowohl im Rand der obern, als auch besonders der untern Dornplatte; beim Raben sind es an letztrer vier und wenn man die vordre Ecke, also den ersten untern Dornfortsatz mit rechnet fünf, die drei letzten treten auch an der obern Dornplatte deutlich zu Tage. Bei Podiceps sind diese Vorsprünge oft sehr deutliche Knötchen, drei im Rande der untern und zwei der obern Dornplatte. Aehnlich verhalten sich Enten und auch am Endkörper des Strausses kann man aus solchen Höckerchen erkennen dass er sich eigentlich aus 4 Wirbeln zusammensetzt.

Die Querfortsätze sind meist nur vom ersten Wirbel des Endkörpers deutlich erkennbar, so beim Pfau, bei Gypogeranus, Gypaëtus und andern Raubvögeln; bei den Spechten und den meisten Coccygomorphen verschmelzen die Querfortsätze der beiden ersten Wirbel zu einer Platte, unverschmolzen treten sie häufig bei Raben auf.

Bisweilen findet sich am Endkörper eine interressante individuelle Varietät; er ist dann viel kleiner während die Zahl der freien Schwanzwirbel sich um einen vermehrt hat, d. h. also die Vermehrung dieser freien Wirbel ist auf Kosten des Endkörpers vor sich gegangen indem ausnahmsweise dessen vorderster Wirbel nicht mit den übrigen verwuchs. Diese Erscheinung sah ich an einem Scelet von Centropus eurycercus, das vollkommen ausgewachsen war und sich von einem andern in Nichts weiter unterschied, und in einem ebenfalls ausgewachsnen Scelet von einer Mycteria, in dem letzten Falle zeigte ein andres Scelet derselben Art (americana) mit grösserem Endkörper in der untern Dornplatte ein Loch.

Die Untersuchungen des Endkörpers im foetalen und nestjungen Zustand nahm ich vor an Buceros, Eurylaimus, der Dohle, der Hausente, dem Cormoran und dem Strauss. Leider war es mir trotz

Digitized by Google

der grössten Mühe nicht möglich passende Alterstadien vom Pfau, Spechten und Raubvögeln zu erhalten; es ist sehr schwierig, ja geradezu unmöglich in voraus zu sagen, welches Stadium bei diesem oder jenem Vogel das zur Untersuchung geeignete sei; so verknöchert z. B. bei Dohlen der ganze Endkörper sehr frühzeitig, während er beim Cormoran noch einige Tage, nachdem der Vogel das Ei verlassen hat, ganz knorplig bleibt; sehr geeignet zur Untersuchung dieser Verhältnisse sind dem Auskriechen nahe Entenfoetus.

Von Buccros untersuchte ich das macerirte Scelet eines nahezu flüggen Individuum's von plicatus. Der Endkörper wird hier aus 15 einzelnen Knochenstüken gebildet, wenigstens liessen diese an dem Scelet sich unterscheiden, doch glaube ich dass es noch einige mehr sind. Fünf davon sind Wirbelkörper, deren vorderster am meisten und besonders in die Breite entwickelt ist auch trägt er allein einen deutlichen obern Dornfortsatz. Der zweite, dritte und vierte Wirbel sind sich sehr ähnlich gestaltet, nur verjüngen sie sich, besonders was die Breite betrifft, allmälig nach hinten; der fünfte und letzte Wirbel endlich ist ein seitlich stark zusammengedrückter Kegel. Alle vier lassen keine obern Dornfortsätze erkennen, diese finden ihren Ausdruck blos darin dass diese Wirbel von den Seiten nach oben keilförmig zulaufen. Die untre Dornplatte wird aus sechs discreten Stücken geformt, fünf davon liegen in einer Reihe, das sechste ist der hier, wie erwähnt, noch zwischen den beiden nicht mit zum Endkörper verschmelzenden Schwanzwirbeln gelegene, untere Dornfortsatz. Von den eigentlichen zum Endkörper gehörenden Dornfortsätzen ist der erste ein kleines rundes Knöchelchen, der zweite bis vierte sind bedeutend grösser in der Mitte biscuitartig eingeschnürt, auf diese Art entstehn in der unter Dornplatte Lücken zwischen dem zweiten und dritten, und zwischen diesem und vierten untern Dornfortsatze, die mit einer Membran überspannt sind. Diese Biscuitform scheint mir dafür zu sprechen, das wenigstens der zweite bis vierte Dornfortsatz von zwei Kernen aus verknöchern, wofür auch die gegabelte Form der untern Dornfortsätze am Schwanz mancher Vögel und auch Säugethiere z. B. des Nilpferds sprechen kann. Der letzte untre Dornfortsatz ist bei Buceros ein sehr in die Länge ausgezognes bis an das Ende durchgehndes Dreieck. Die vier übrigen Stücke die den

Digitized by Google

Endkörper bilden helfen sind die Querfortsätze des zweiten und dritten Wirbels, die aus selbständigen Knochenkernen sich entwickeln, was höchst wahrscheinlich auch für die Querfortsätze des ersten Wirbels der Fall ist, obwohl dieselben an dem von mir untersuchten Scelet mit dem Wirbelkörper schon vollkommen verwachsen sind. Die Querfortsätze des zweiten Wirbels liegen an dessen Seitentheilen nahe dem Vorderrand und sind stecknadelknopfgrosse, runde Knöchelchen, die des dritten Wirbels sind viel kleiner und liegen jederseits in einer Membrane, die über eine zwischen zweiten und drittem Wirbel befindlichen Lücke ausgespannt ist. Ich habe übrigens diese Erscheinung bei keinem Vogel weiter auffinden können, es kommt auch hier sehr viel auf die Stufe der Entwicklung an und ein günstiger Zufall hat bei Präparation des in Rede stehnden Scelets gerade diese Stufe getroffen.

Ein Foetus von Eurylaimus zeigte dass der Endkörper hier aus 10 Stücken bestand, aus sechs Wirbelkörpern und aus vier untern Dornfortsätzen, dies Verhalten wurde jedoch erst nach einem Längsschnitt deutlich, da am Endkörper noch die Knorpelmasse vorherschend war, in der die einzelnen Knochen als, allerdings und besonders was die Wirbelkörper betraf recht weit fortgeschrittne, Kerne lagen. Während bei Buceros und Eurylaimus neben den Wirbelkörpern besonders die untern Dornfortsätze stark und deutlich ausgeprägt, die obern aber noch gar nicht oder doch nur sehr gering entwickelt waren, trat bei Anas boschas das umgekehrte Verhältniss auf. Hier bestand der foetale Endkörper aus sechs Wirbelkörpern, die sämmtliche mit ansehnlichen obern Dornfortsätzen ausgestattet waren. Die beiden vordersten dieser Wirbelkörper hatten die Gestalt freier Wirbel, d. h. es waren hohe Scheiben wie Brettspielsteine, die drei folgenden waren linsenartig abgerundet, der letzte endlich kegelförmig. An den beiden ersten Wirbeln waren die obern Dornfortsätze schon mit den Körpern verwachsen an den übrigen noch nicht, am letzten sogar durch Knorpelmasse noch sehr deutlich geschieden; sie nahmen übrigens nicht in demselben Verhältniss wie die Körper nach hinten zu ab, sondern viel geringer, sodass am letzten Wirbel der Dornfortsatz dem Körper an Grösse fast gleich war. Beim Strauss setzt sich, wie mich die Untersuchung eines Foetus, — den ich der Güte meines Freundes, Herrn

Digitized by Google

Professor SELENKA's verdankte —, lehrte, der Endkörper aus vier Wirbeln zusammen, was man auch am Scelet des erwachsnen Vogels deutlich erkennen kann, da in dem hintern oder untern Rand des Endkörpers drei Höcker auftreten, an den Stellen, wo je zwei Wirbel mit einander verwachsen sind; der erste dieser Wirbel besitzt deutliche Qnerfortsätze. Wenig lohnend war die Untersuchung des nestjungen Cormorans; ich fand hier im Endkörper nur drei kleine Knochenkerne, aber gewiss wird bei einer günstigern Altersstufe auch hier ihre Zahl eine grössere sein, zumal hinter diesen drei Kernen noch ein beträchtlich langer, kegelförmiger Knorpelfortsatz lag. Es ist bemerkenswerth dass die Verknöchrung der Schwanzwirbel an Endkörper von vorn nach hinten vor sich geht, die Verwachsung dieser Wirbel aber von hinten nach vorn, — eine ontogenetische Recapitulation der Phylogenese der Endkörpers.

Man wird nun, gestützt auf die trefflichen Untersuchungen GEGENBAUR's über das Becken der Vögel und auf die Resultate, die ich betreffs des Endkörpers der Vogelwirbelsäule gewonnen habe, finden dass die Zahl der Schwanzwirbel der Ornithuren den Saururen gegenüber so ungemein reducirt nicht ist. CUVIER zählt bei der Ente 8 Schwanzwirbel, während sich in Wahrheit folgende Zahl ergiebt: 7 liegen in Becken, 5 sind freie Schwanzwirbel und 6 bilden den Endkörper, daher sind in Summa 18 Schwanzwirbel vorhanden; bei Buceros liegen 3 im Becken, 6 sind frei und 5 bilden den Endkörper — Summa 14, etc.

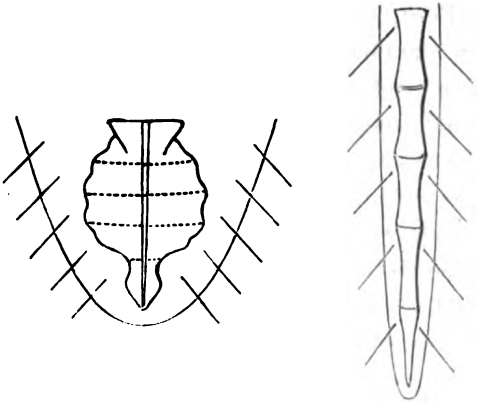
DIE STEUERFEDERN.

Nachdem im Obigen nachgewiesen wurde dass der Schwanz der Vögel in seinem knöchernen Theil mit dem des Archaeopteryx im Wesentlichen vollkommen übereinstimmt, tritt in zweiter Linie die Frage an uns heran, wie sich denn die Verhältnisse der Steuerfedern, ihre Zahl und ihre Gruppirung von der Art des Auftretens dieser Federn beim Archaeopteryx herleiten lassen. Der Archaeopteryx besass bei 22 Schwanzwirbeln 40 Steuerfedern, jeder der 20 letzten Wirbel hatte jederseits eine; bei den meisten Vogelgruppen der Jetztzeit finden sich 10 oder 12 Steuerfedern im Ganzen; fast ausnahmslos treten sie in geraden Zahlen auf und vertheilen sich

Digitized by Google

gleichmässig auf beide Seiten. Beim Archaeopteryx sind sie längs des schlanken Schwanzes, wie oben erwähnt wurde, fieder- oder federbarten-artig angeordnet, während sie bei den lebenden Vogelformen am Ende der Wirbelsäule in einem flachen Bogen in Gestalt eines Fächers stehn.

Dies sind gewiss bemerkenswerthe Unterschiede, aber wenn wir im Auge behalten dass der Endkörper der Wirbelsäule bei den meisten Vögeln aus 5—6 verschmolzenen Wirbeln besteht, so gar unerklärlich doch nicht. Denken wir uns z. B. der Endkörper von Buceros, welches Genus jederseits fünf Steuerfedern hat, bestände in seiner jetzigen Gestalt ohne dass aber die Wirbel verschmolzen wären, diese Wirbel wären ferner nicht knöchern sondern dehnbar, elastisch wie etwa Kautschuk; nur zöge man an diesem dehnbaren



Endkörper, sofort würde er (siehe das beigefügte Schema in Holzschnitt) seine Proportionen ändern, die einzelnen Wirbel würden sich strecken, mit ihnen zugleich die sie umgebende Muskel- und Fettmasse, die in der Haut befestigten Steuerfedern würden aber gewissermassen ihre Lage behalten, nur würden die Zwischenräume zwischen ihnen grösser werden und sie selbst würden zur Wirbelsäule senkrechter zu stehn kommen: es würde sich also die fächerartige Anordnung verlieren, das ganze Ende des Schwanzes würde mit den fünf letzten Wirbeln des Archaeopteryx-Schwanzes übereinstimmen, hier wie dort hätten wir eine Reihe schlanker Wirbel, die, wie ein Federkiel die Barten, so an jeder Seite die Steuerfedern trügen.

Digitized by Google

Oder stellen wir uns umgekehrt vor bei Archaeopteryx wären die Beckenknochen verlängert, die sieben ersten Schwanzwirbel mit ihnen verwachsen, die fünf letzten aber zu einem einzigen Knochen zusammengedrückt und verschmolzen. In diesem Falle würden natürlich die Steuerfedern der sieben ersten Wirbel wegfallen und die zehn Steuerfedern der fünf letzten Wirbel würden, indem sie dem zusammendrücken derselben folgten, in einem flachen Bogen eine fächerartige Anordnung nehmen. Es bleibt jetzt nur noch die Frage zu erörtern, wie die Steuerfedern welche zu den freien zwischen Becken und Endkörper gelegnen Wirbeln gehörten, verschwanden. In einer fliegenden Thierordnung werden die bessern Flieger selbstverständlich auch die bessern Chancen im Kampf ums Dasein und bessre Gelegenheit ihre Eigenthümlichkeiten zu vererben gehabt haben. Der Flug des Archaeopteryx wird verglichen mit dem Fluge der meisten lebenden Vögel ein schwerfälliger gewesen sein, seine Flügel waren kurz, abgerundet und der lange schwere Schwanz war kaum ein Steuer sonder wohl nur indem das Thier die Federn desselben ausbreitete, eine Art Fallschirm; meist wird es in einer geraden Linie ohne grosse Schwenkungen geflogen haben und bei einigermassen windigem Wetter wird der ganze Flug sehr problematisch geworden sein. Der erste Fortschritt zum bessern Fliegen war nun, dass, indem der lange Eidechsenschwanz sich nach und nach zum wirklichen Vogelschwanz modificirte, zugleich auch *alle* Steuerfedern kleiner wurden; auf einer viel spätern Stufe wurden dann erst die zum Endkörper gehörigen Steuerfedern wieder grösser während zugleich die zu den zwischen Becken und Endkörper gelegnen Wirbel gehörigen Federn als überflüssig ja hinderlich verschwanden; so entstand endlich jenes vortreffliche Ruder ohne dass der Flug zwar schnell sein kann aber unsicher und ohne die Möglichkeit rascher Wendungen bleibt. Es ist interessant dass es wirklich noch Vogelfamilien giebt, die auf dem oben angegebnen zweiten Standpunkt der Entwicklung stehn, wo also das knöcherne Gerüst des Schwanzes zwar verkleinert ist, die Steuerfedern aber, welche in grössrer Zahl auftreten als das Doppelte der die Endkörper bildenden Wirbel beträgt, relativ kurz sind, dergleichen Familien sind die Lamellirostren, die Urinatoren und Steganopoden wenigstens in vielen Arten,

Digitized by Google

die Kürze ihrer Steuerfedern ist also nicht aus einer Rückbildung derselben andern Vögeln gegenüber hervorgegangen sondern sind sie umgekehrt ein frühre Zustand. Die Zahl der Steuerfedern ist bei den erwähnten Familien oft eine sehr bedeutende so haben die Enten bis 20, Gänse 18, Eudytes 18, Pelicane sogar 24; diese Zahlen sind bei den verschiednen oft nah verwanden Arten bedeutenden Schwankungen unterwerfen, ja bei manchen Arten besonders der Lamellirostren finden sich häufig individuelle Varietäten bis zu dem Grade dass die Steuerfedern in ungerader Zahl auftreten; wenn dies letzste der Fall ist so zeigt sich die einzelne Pendant-lose Feder immer an der einen Seiten oben, z. B. einerseits 8 an den andern Seite 9 (Tauchenten), nie aber tritt eine mittlere unpaare auf. Es ist übrigens für diese Erscheinung constatirt dass wirklich die Steuerfedern in ungerader Zahl gewachsen sind ohne dass etwa an der einen Seite eine ausgefallen wäre. [1]

Dies ganze Verhalten, die Schwankung in der Zahl der Steuerfedern bei nahe verwanden sogar bei denselben Arten, macht ganz den Eindruck als ob diese Vögel in der Bildung des Schwanzes noch nicht zum Abschluss gekommen seien, als ob dieser Körpertheil vielmehr noch in lebhafter Anpassung begriffen sei. Ich halte übrigens die in Rede stehnden Vögel und ganz besonders die Steganopoden für diejenigen lebenden Formen die den Reptilien am nächsten stehn; jedenfalls sind sie, abgesehn von vielen andern Eigenthümlichkeiten, Bau der Eischaale, etc. relativ sehr alt da Reste von ihnen bereits in der Kreide vorkommen, also zu den ältst bekannten Ornitholithen gehören.

Es ist von vorn herein zu erwarten, dass an einem so variablen Theil der Vogelkörpers wie der Schwanz und besonders dessen Federtheil ist, auch Rückschläge auftreten und es giebt deren an den Steuerfedern vor zweierlei Art, durch zweierlei Ursachen bedingt. Einmal hat der Mensch durch künstliche Zuchtwahl bei Tauben Rassen erzieht, deren Steuerfedern sich bis auf 20 vermehrt haben, dann sind zweitens durch jene allmächtige Verändrerin der höhren Thiere, durch die geschlechtliche Zuchtwahl, gerade die Steuerfedern häufigen und bedeutenden Modificationen unterwor-

---

[1] Vergleiche hierzu besonders Nitzsch in seiner Pterylographie.

Digitized by Google

fen worden. Neben grösserm Farbenglanz und besondrer Form einzelner Steuerfedern tritt häufig auch zur Erreichung eines prächtigern Anblicks eine grössre Zahl als bei nah verwanden Familien auf, so unter den Hühnervögeln bei Pterocles, Tetrao, Gallus und besonders bei Ceriornis. Oder es finden sich, gleichfalls als ein Resultat geschlechtlicher Zuchtwahl, bei gewissen Arten eine andren verwandten Arten gegenüber beträchtliche Menge Steuerfedern zur Erzielung einer, wie DARWIN es nennt Instrumentalmusik, dies ist der Fall in der Familie der Schnepfen, namentlich ist bei Scolopax stenoptera die Zahl auf 26 gestiegen und zeigen besonders die äussren 8 Federn jederseits noch eine eigenthümliche Form.

Wie durch die Modification des knöchernen Schwanzes die Zahl und Anordnug der Steuerfedern bei den Vögeln verändert ist, so haben die Steuerfedern ihrerseits wieder bei einigen Vögeln auf den Endkörper eingewirkt. So bildet er bei manchen Hühnervögeln, die besonders lange Schwanzfedern haben, eine Trageplatte, dieselbe ist bei Polyplectron schmal und wird vom vordren Theile der obern Dornplatte gebildet, stärker und oben löffelartig ausgehöhlt ist sie bei ARGUS, am kolossalsten ist diese Trageplatte beim Pfau, in der vordern Hälfte wird sie von der obern Dornplatte und den Querfortsätzen, in der hintern aber vom axalen Theile selbst und vielleicht sogar von Partien der untern Dornplatte gebildet. Um dies genau constatiren zu können, muss man, wozu ich nicht in der Gelegenheit war, junge Thiere untersuchen. Man könnte diese Erscheinung einen tertiären sexuellen Charakter nennen, da sie durch einen secundären verursacht wird. Bei Spechten ist bekanntlich der Endkörper gleichfalls durch die Steuerfedern modificirt, durch die in Folge des häufigen Anstemmens derselben auf ihn ausgeübten Drucke erscheint er zu einer grossen Platte verbreitert und überhaupt beträchtlich entwickelt.

MUSCULATUR.

Bei den von mir untersuchten Fötus und jungen Thieren traf ich am Schwanze mehrere merkwürdige Verhältnisse der Musculatur an, die ich bis jetzt nirgends erwähnt gefunden habe. Ausser den bekannten Muskeln die massiger entwickelt zur Schwanzbewegung im

Digitized by Google

Grossen dienen stiess ich hier auf eine ganze Anzahl merkwürdiger kleiner Muskelbündelchen: zunächst auf der Oberseite des Schwanzes traten sehr allgemein zwischen den obern Dornfortsatzen starke Bündel als interspinales auf, überall fand ich sie einfach nur beim Straussfötus, dessen obre Dornfortsätze wie beim Erwachsnen gablig gespalten sind, waren zwei vorhanden. Eurylaimus hat im Jugendzustand bei stark entwickelten Querfortsätzen der freien Schwanzwirbel auch nicht unbeträchtliche Muskelbündelchen als intertransversarii, dieselben fand ich, wenn auch schwächer beim Cormoran wieder, vermisste sie jedoch beim Strauss. Bei Eurylaimus gingen ferner von der Unterseite der Querfortsätze Muskelbündelchen nach hinten an die Haemapophysen, da diese aber gewiss die Homologa von Rippen sind, so glaube ich auch jene Bündelchen als Homologa der levatores costarum auffassen zu müssen. Auch beim Strauss fand ich diese Bündelchen wieder, da hier aber die rudimentären Schwanzrippen bis zum Verschwinden rückgebildet sind so setzen sie sich einfach an die Unterseite jedes folgenden Wirbels ziemlich in die Mitte.

Zwischen den einzelnen untern Dornfortsätzen sind bei Vogelfötus häufig schwache Muskelbündelchen ausgespannt, die ich für nichts andres als Homologa der intercostales halte; beim Strauss wo wie eben erwähnt die Haemapophysen am Schwanze fehlen, begegnete ich doch diesen Muskelchen, welche die Wirbel, auf der Unterseite des Schwanzes von Körper zu Körper gehend, verbanden. Alle diese zwischen einzelnen Wirbelpartieen auftretenden Muskelchen — die als Aufwärtskrümmer (interspinales) Abwärtskrümmer (intercostales) und Seitwärtskrümmer (intertransversarii und levatores costarum) erscheinen — finden wir bei den erwachsnen Vögeln ausnahmslos als Bänder wieder; ein solches Band, das von oberm Dornfortsatze zu oberm Dornfortsatze geht, ist der Rest jener Interspinal-Muskeln des jungen Vogels, wie wir auch nirgends zwischen den Querfortsätzen vergebens nach intertransversaren Bändern suchen, etc. In dieser Hinsicht war mir das erwähnte Scelet des jungen plicatus ganz besonders lehrreich, hier waren alle jene oben erwähnten Muskelbündelchen bereits als Bänder vorhanden, aber in der Masse dieser Bänder konnte ich bei microscopischer Untersuchung stellenweis muskulöse Elemente noch deutlich unterscheiden.

Digitized by Google

An dem Endkörper zeigen sie übrigens diese von den freien Schwanzwirbeln beschrieben Verhältnisse nur an den ersten drei Wirbeln und hier werden diese Muskelchen nicht nur zu Bändern, sondern diese Bänder verknöchern ihrerseits wieder; besonders deutlich ist dies an manchen Raubvögeln zu sehn, jene unterhalb der im Endkörper auftretenden Löcher gelegnen Knochenbrücken (siehe Fig. 2) sind nichts als derartige verknöcherte Bänder, die ihrerseits wieder einst musculi intercostales waren.

Resumé und Schluss.

Die Resultate zu den ich in obiger Untersuchung gekommen bin lassen sich folgendermassen kurz resumiren:

1) Der knöcherne Schwanz der Vögel besteht aus einer bedeutendern Anzahl Wirbel als bisher ziemlich allgemein angenommen wurde, einige verwachsen mit Beckenknochen (Gegenbaur), andre bleiben frei und drittens endlich verschmelzen am Ende fünf oder sechs zum Endkörper, wofür ausser den Fötus und jungen Thieren auch einige Vögelarten im erwachsnen Zustande durch Lücken und Vorsprünge in und am Endkörper den Beweis liefern.

2) An der Bildung dieses Endkörpers betheiligen sich auch noch einige andre, ursprünglich discrete Knochenstücke, so untre Dorn- und Querfortsätze.

3) Das Verhalten der Steuerfedern ist erst durch die Verändrung der Wirbelsäule bedingt, ihre Zahl hängt häufig ab von der Zahl der zum Endkörper verschmolznen Wirbel, und durch diese Verschmelzung wurde ihre ursprüngliche (Archaeopteryx) fiederartige Anordung eine fächerartige.

4) Wenn, wie bei Lamellirostren, Steganopoden und andern, zahlreiche kleine Steuerfedern auftreten, so ist dies nicht als eine Rückbildung der Steuerfedern gegenwärtig noch lebender, ächter Vogelformen sonder ausgestorbner den Reptilien nahestehnder Formen aufzufassen, aus welcher Rückbildung sich erst wieder die langen Steuerfedern lebender Vögel durch Anpassung entwickelten.

5) In einigen Fällen kann sich die Zahl der Steuerfedern ohne directe sondern durch latente Vererbung, durch Rückschläge, vermehren, sei es in Folge künstlicher Zuchtwahl (Tauben) oder geschlechtlicher (einige Hühner, Menura, mehrere Schnepfen).

Digitized by Google

6) Am Schwanze der Fötus und junger Vögel treten Muskelbündelchen auf, die im spätern Alter zu Bändern werden, respective verknöchern, aber gewissen Muskeln der Rumpfes homolog sind.

Mit obiger Arbeit ist die Untersuchung über den Vogelschwanz und namentlich über sein Verhalten zum Schwanze der Reptilien und des Archaeopteryx selbstredend noch lange nicht abgeschlossen. Es gehört hierzu ein reicheres Material an jungen Thieren als mir zu Gebote stand, besonders aber muss noch die Musculatur dieses Theiles bei Reptilien verglichen werden. Der Uebergang in andre Verhältnisse — in denen ich voraussichtlich nicht sobald die nöthige Zeit haben werde, diese Untersuchungen wieder aufzunehmen und wo nur seltne günstige Umstände mir das nöthige Material in die Hände spielen können, — veranlasste mich gegenwärtige Arbeit in einer Gestalt zu publiciren, die von der gehörigen Vollendung, wie ich mir selber wohl bewusst bin, noch sehr weit entfernt ist.

Weimar im März 1872.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Buceros bicornis, Endkörper, *a*, *b*, *c*, *d*. *e*, die fünf Vorsprünge am Seitenrande, des Ausdruck ebenso vieler Wirbel.

2. Gypogeranus secretarius, Endkörper, *a*, erster *b*, zweiter untrer Dornfortsatz, durch eine Knochenbrücke verbunden, sodass in der untern Dornplatte eine seitliche Lücke *c*, zu Stande kommt.

3. Endkörper desselben Vogels von hinten; *a*, untrer zwischen letztem und vorletztem freien Schwanzwirbel gelegne Dornfortsatz, *b*, Knochenbrücke zwischen dem ersten und zweiten untern Dornfortsatz des Endkörpers, von der entsprechenden Knochenbrücke der andern Seite durch eine ansehnliche Lücke, *c*, getrennt, *d* und *e*, Spuren eines dritten und vierten untern Dornfortsatzes.

4. Buteo vulgaris, Endkörper, *a*, Lücke in der untern Dornplatte, *b*, erster *c*, zweiter untrer Dornfortsatz.

Digitized by Google

5. Gypaëtus barbatus, Endkörper, *a*, erster, *b*, zweiter, *c*, dritter untrer Dornfortsatz, *d* und *e*, Lücken zwischen denselben, in Folge mangelhafter Verwachsung der untern Dornfortsätze zur Dornplatte.
6. Corvus corone Endkörper, *a*, Querfortsatz des ersten und *b*, des zweiten zum Endkörper verschmolzenen Wirbels, *c*, erster *d*, zweiter, *e*, dritter. *f*, vierter, *g*, fünfter untrer Dornfortsatz, *h*, dünne Stelle (bisweilen Lücke) in der obern Dornplatte, hervorgegangen aus unvolkommner Verwachsung obrer Dornfortsätze.
7. Podiceps minor, Endkörper, *a*, *b*, *c*, die drei ersten untern Dornfortsätze, *d*, *e*, die beiden letzten obern.
8. Sula piscatrix, Endkörper, *a*, Lücke zwischen ersten und zweiten unterm Dornfortsatze.
9. Struthio camelus, Ende des Schwanzes der erwachsnen Vogels, *A*, Endkörper, hervorgegangen aus 4 verschmolzenen Wirbeln, dessen erster einen Qnerfortsatz zeigt, *a*, *a'*, Bänder von Querfortsatz zu folgendem Wirbel (homolog der musculi levatores costarum) *b*, *b'*, Bänder von Dornfortsatz zu Dornfortsatz (interspinales) *c*, *c'*, von Wirbel zu Wirbel (von rudimentärer Rippe zu Rippe, intercostales).
10. Centropus euryceros, *A*, Endkörper des einen Exemplars wie es normal ist für die Gattung Centropus, *B*, Varietät, indem der erste Wirbel des Endkörpers frei geblieben ist.
11*a*. Endkörper der nestjungen Buceros plicatus, *A*, Reihe der Wirbelkörper *B*, der untern Dornfortsätze; der zwischen vorletztem und letztem freien Wirbelkörper gelegne untre Dornfortsatz verschmilzt mit dem Endkörper *a*, *a'*, *a"*, Qnerfortsätze.
11*b*. Derselbe von hinten, Reihe (1—5) der untern Dornfortsätze α und α' rautenförmige Lücken zwischen untern Dornfortsätzen.
12. Eurylaimus spec. Schwanzende der Fötus, die 6 letzten Wirbel bilden den Endkörper *A*.
13. Anas boschas, Ende der Wirbelsäule, *A*, Reihe der Wirbel die zum Endkörper verschmelzen, *a*, Körper, *b*, obere Dornfortsätze.
14. Eurylaimus spec. Schwanz der Nestjungen von unter, *a*, *a*, Muskelbündelchen zwischen Querfortsätzen, *b*, *b* von Querfortsätzen zu Haemapophysen, diese Homologa der m. m. intertransversarii und levatores costarum werden zeitig zu Bändern.

Digitized by Google

DIE ANLAGE DER KEIMBLÄTTER BEI PURPURA LAPILLUS.

VON

EMIL SELENKA.

(HIERZU TAFEL XVII).

Embryologische Studien an Purpura lapillus haben mir einige Thatsachen erschlossen, welche über die erste Anlage der Keimblätter neue Aufschlüsse geben. Zugleich werden damit auch die älteren Beschreibungen der ersten Entwickelungsstadien von Prosobranchien dem Verständnisse näher gebracht; denn während sich bei diesen der Zusammenhang des äusseren und inneren Keimblatts wegen der totalen Dotterfurchung bisher dem Auge entzog, lassen die Embryonen von Purpura dieses Verhältniss klar erkennen, weil hier von vorn herein die Lage und Form der embryonalen Darmhöhle durch den Nahrungsdotter bestimmt ist.

Ehe ich jedoch die Bildung der Keimblätter näher erörtere, halte ich es für nöthig, zuvor der Eierkapseln und des ganzen Inhalts derselben zu gedenken: die Embryonalanlage wird dadurch weit verständlicher.

Die Eierkapseln von Purpura lapillus (A) sind flaschenförmig. Zu zehn bis fünfzig sitzen sie, dicht gedrängt, einer structurlosen Membran auf, welche wieder an Felsen oder Gehäusen klebt und bis quadratzollgrosse Flächen bedeckt. Sowohl die gelbe, lederartige Kapsel als auch das zähe innere auskleidende Häutchen sind leicht permeabel für Wasser; in süsses Wasser gelegt, quellen sie; aus

Digitized by Google

dem Wasser gehoben, zeigen sie schon nach einer halben Stunde Runzelungen auf der Oberfläche, ein Beweis dass Wasser verdampft ist. Wenn die Embryonen reif geworden sind, springt am freien Ende ein Deckelchen ab, indem zugleich ein Gallertpfropf herausgetrieben wird (C y). Auch durch den Druck zwischen den Fingern lässt sich der Deckel sprengen. Zum Zweck der Untersuchung der Eier thut man jedoch besser, mit einem raschen Scheerenschnitt den Dop der Eierkapsel abzuschneiden; es lässt sich dann mit einiger Vorsicht der ganze Inhalt unlädirt vermittels des zähen auskleidenden structurlosen Häutchens herausheben.

Eine junge Eierkapsel enthält 400 bis 600, etwa 0,18 Mm. grosse Eier, welche in klarem fadenziehenden Eiweis auf dem Grunde der Eikapsel liegen (B).

Die Eier selbst sind nackt. Sie bestehen aus sehr weichem Protoplasma mit zahlreichen eingestreuten ellipsoidischen Dotterkörnchen. In der Mitte des Eies liegt ein membranloser Kern mit grossem Kernkörper.

Nur 10 bis 16 dieser Eier bilden sich zu Embryonen aus; sie sind vielleicht die allein befruchteten und liegen, wie es scheint, immer peripherisch um den Complex der sterilen Eier hin. Die übrigen 400—600 sterilen Eier dienen später den Embryonen zur Nahrung; sie theilen sich zwar auch, doch kann ich diesen Vorgang nicht für identisch halten mit dem weiter unten geschilderten Furchungsprocess, und zwar aus folgenden Gründen nicht: 1) Geht die Zerklüftung in den sterilen Eiern ganz regellos vor sich; kleine und grosse, locker zusammenhangende oder nur sich berührende Kugeln, in der Zahl von 2 bis 20 zusammengruppirt, sind die Endproducte des Zerklüftungsprocesses. 2) Bei einzelnen tritt die Theilung sogar überhaupt nicht ein. 3) In den Zerklüftungskugeln sah ich keinen Kern, auch mit Hilfe des Compressoriums nicht, während die Furchungszellen der fruchtbaren Eier auffallend grosse Nuclei besitzen. Vielleicht stammen die zwischen den Eiern eingestreuten grossen Kerne von den sterilen Eiern her, bei deren Zerklüftung sie ausgestossen wurden; dafür spricht der Umstand, dass sich solch ein Kern bei den nicht zerklüfteten Eiern noch vorfindet. 4) Die Zerklüftungskugeln der sterilen Eier ähneln ganz denen des Nahrungsdotters bei den fruchtbaren Eiern: sie bleiben dunkel und

Digitized by Google

undurchsichtig, weil die Dotterkörnchen nicht während der Eitheilung zerfallen und sich auflösen -- im Gegensatz zu den Bildungszellen der fruchtbaren Eier, die sich während der Furchung aufhellen (vergl. 1—5). Diese Gründe bestimmen mich, den Theilungsprocess der sterilen Eier, sowie das Zerfallen des Nahrungsdotters der fruchtbaren Eier als Zerklüftung zu deuten. Experimentell konnte ich die Frage nicht entscheiden wegen Mangels an ganz frischem Material.

Wenden wir uns nun zum Furchungsprocess der fruchtbaren Eier. Diese sind schon frühe kenntlich an dem helleren, durchscheinenden "Bildungspole" (1, B); es lösen sich die ellipsoidischen Dotterkörner auf und zerfallen in kleine Körnchen von unregelmässiger Gestalt. Mit dem Sichtbarwerden des Zellkerns in diesem Pole tritt die erste Furchung auf, welche einen Bildungsdotter und einen Nahrungsdotter unterscheiden lässt; letzterer beträgt ungefähr drei Fünftel des ganzen Eiinhalts. Es ist dies wohl das erste Beispiel eines meroblastischen Eies unter den Prosobranchien.

Ein oder zwei Richtungsbläschen oder eine Zwillingszelle (1, ρ) treten aus jedem fruchtbaren Ei heraus.

Da die Eier keine eigene Umhüllungshaut besitzen, wodurch die Furchungszellen bei einander gehalten werden wie Z. B. bei Tergipes [1], so ist die Weiterentwickelung dadurch gesichert, dass die Furchungszellen in innigem Zusammenhang bleiben, so zwar dass sie einander abplatten und in Flächen berühren, ganz im Gegensatz zu Tergipes, wo sie lange Zeit sich als wirkliche Furchungskugeln erhalten.

Die Furchungshalbkugel des Bildungsdotters theilt sich nun bald in vier, dann in viele kleinere Zellen, alle mit grossem Kern und Kernkörper. Die kleinsten, ältesten und durchsichtigsten Zellen bleiben immer am Bildungspole liegen.

Weiter umwachsen nun die Furchungszellen den Nahrungsdotter wie ein Mantel, dessen vorrückender Rand endlich am Mundpole eine rundliche Öffnung begrenzt, den Mund (3, 4, 5). Der optische Längsschnitt in Figur 5 veranschaulicht ferner, wie am Bildungs- (After-) Pole nur *eine* Zellenschichte sich befindet, während mund-

[1] Siehe den ersten Aufsatz dieses Bandes. Taf. 1.

Digitized by Google

polwärts die Zellen zu zweien, stellenweise zu dreien über einander liegen. In L weicht dieses Zellenlager später mitten aus einander und bildet so die Leibeshöhle, womit zugleich die Unterscheidung eines äusseren uud inneren Keimblattes gegeben ist (vergl. den optischen Längsschnitt in Figur 7).

Aus dieser Spaltung des primitiven Keimblattes in ein äusseres und inneres wird auch die Entstehung der contractilen Zellen (Muskelzellen) erklärlich, welche die Leibeshöhle durchsetzen (7 und 8, μ); sie bleiben mit beiden Blättern in Verbindung, indem sich das Protoplasma der Zelle zu langen Fortsätzen auszieht. Lange noch erhält sich der Nucleus, wenn er auch durch die Zugkraft eine stabförmige Gestalt erhält; bis zur Zeit, wo das Velum auftritt, sind die Muskelzellen aber ganz homogen geworden.

Schon vor der Spaltung des primitiven Blattes erleidet der Nahrungsdotter eine Zerklüftung; er zerfällt in Kugeln von verschiedener Grösse, in denen aber keine Kerne zu sehen waren. Auch den alten Kern des Nahrungsdotters konnte ich nicht mehr finden, während ich ihn bei der ursprünglichen Nahrungsdotterzelle (1, N), die doch dicker und damit undurchsichtiger und schwieriger zu untersuchen war, unter dem Compressorium aufs deutlichste zu sehen vermochte.

Wimperung tritt zuerst auf an einigen Zellen in der Nähe des Mundes, da wo später das Velum hervorwächst; dann zeigt sie sich hie und da auf einer der grösseren Zellen (4, 5). Endlich geht sie auf den ganzen Körper über (mit Ausnahme einer Stelle β, welche stets unbewimpert bleibt) und erstreckt sich schliesslich auch auf das innere Keimblatt (6, 7). Die Leibeshöhle wimpert nicht.

Mit der Ausbreitung der Bewimperung vergrössert sich gleichzeitig das innere Keimblatt. Dieses wächst nämlich nach dem Bildungspole zurück, indem es zwischen Nahrungsdotter und äusserem Keimblatt vorwärtsdringt. Die Neubildung von Zellen mag einestheils ermöglicht werden durch das durchsichtige Eiweiss worin die Embryonen schwimmen, anderntheils geschieht sie auf Kosten des Nahrungsdotters, der sich unregelmässig zerklüftet und an den Berührungsstellen mit dem inneren Blatte sich zu feinpunktirten durchscheinenden Massen umwandelt.

Sobald das innere Keimblatt so weit zurückgewachsen ist, dass es die Zone der Afterhöhe erreicht, stülpt sich das äussere Blatt

Digitized by Google

ein (7, an). Diese Einsenkung verwächst endlich mit dem innern Blatte und bildet die Afteröffnung (8, an). Mit der Verschmelzung der im "Bildungspole" sich berührenden Ränder des inneren Keimblattes ist das Darmrohr des Embryos angelegt.

Überblicken wir noch einmal die Bildung der Keimblätter bei Purpura lapillus. Die Anlage derselben geschieht durch Unwachsung, durch Überwucherung, *Epibolie*, im Gegensatz zu der Darmeinstülpung in eine Furchungshöhle, der *Embolie*. Dass übrigens beide Bildungsmodi durch verschiedene Übergänge verknüpft sind, wissen wir schon jetzt.

Bei vielen Gasteropoden bleiben schon in den ersten Stadien der Furchung die Zellen, welche das innere Keimblatt aufzubauen bestimmt sind, zusammen gruppirt und sie bekommen eine centrale Lage durch eine Überwucherung des äusseren Blattes. Unter gewissen Umständen, z. B. wenn Eier nackt sind, hängen alle diese Furchungszellen von Anfang an fest mit einander zusammen; in diesen Fällen läfst sich direkt beobachten, wie die Umwucherung von Statten geht, und es entsteht dann dasselbe Bild wie es die embolischen Eier darbieten. Ist aber der Zusammenhang der Furchungs-Zellen im Beginn ein lockerer, wie z. B. bei Tergipes claviger, so lassen sich diese Verhältnisse erst dann gut erkennen, wenn die Zellen sich endgültig fest mit einander verbunden haben. Ich verweise hier zur Erläuterung des Gesagten auf meinen früheren Aufsatz [1]).

Dieser Entwickelungsmodus der Epibolie ändert sich jedoch, so bald das Ei meroblastisch, so bald ein Nahrungsdotter vorhanden ist. Dass in diesem Falle aber noch andere Variationen, als die bei Purpura sich vollziehende, vorkommen können, lassen die Untersuchungen KOWALEVSKY'S [2] vermuthen. Ich muss mich hier begnügen, einen dieser Fälle vergleichend beschrieben zu haben.

Was die hier einschlägige Literatur über die Entwickelung von Purpura lapillus betrifft, so gab CARPENTER [3] die ersten beachtens-

---

[1] l. c.

[2] Mémoires de l'Acad. imp. de St. Petersbourg. VII Serie, Tome XVI, No. 12 1871, p. 12 u. f.

[3] On the development of the embryo of Purpura lapillus, in: Trans. Microsc Soc. N. Ser., Vol. 3, 1855, p. 17—30.

Digitized by Google

werthen Beobachtungen. Kurz darauf erschien eine Arbeit von KOREN & DANIELSSEN,[1] welche besonders schöne und getreue Abbildungen der späteren Embryonalstadien liefert, im Text aber die CARPENTER'sche Behauptung, dass jeder Embryo nur aus *einem* Ei angelegt würde, in Frage stellt. Nachdem dieselben Forscher noch in einer englischen Zeitschrift[2] ihre Zweifel wiederholt hatten, fühle sich CARPENTER veranlasst, selbst hierauf zu antworten[3] und obendrein einen Brief seines Freundes Dr. DYSTER[4] zu publiciren, worin seine früheren Befunde bestätigt werden.

Aus dem vorliegenden Aufsatze geht endgültig hervor, dass nicht, wie KOREN & DANIELSSEN vermuthen, auch die sterilen Eier am ersten Aufbau des Embryo's sich betheiligen, sondern erst, nachdem die Keimblätter angelegt sind, den Embryonen zu Gute kommen, indem sie von diesen gefressen werden.

Über die Anlage der Keimblätter erhalten wir von den genannten Forschern keine Auskunft. Die vorliegende Mittheilung mag deshalb zugleich als eine Ergänzung der KOREN & DANIELSSEN'schen Untersuchungen betrachtet werden.

---

[1] Fauna littoralis Norvegiae. 2 Livr. Bergen 1856

[2] The Annals and Magaz. of nat. hist. 2 Ser. Vol. 19, 1857, p. 443.

[3] Ebenda. Vol. 20, 1857, p. 16—21 (mit 14 Holzschnittfiguren.)

[4] Ebenda. p. 127—128.

Digitized by Google

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN,

auf Tafel XVII.

Gemeinsame Bezeichnung für Fig. 1—9.

MP. Mundpol.
N. Nahrungsdotter.
B. Bildungsdotter.
ρ. Richtungsbläschen.
o. Mund.
an. After.
a. Äusseres Keimblatt.
i. Inneres Keimblatt.
L. Leibeshöhle.
v. Der Ort, wo später das Velum hervorwächt; jetzt nur erst durch lange Wimpern angedeutet.
μ. Muskelzellen, welche zwisschen den beiden ursprünglichen Keimblättern ausgespannt sind.

Die Figuren 1—7 sind in relativen Grössenverhältnissen gezeichnet. Figur 8 ist um die Hölfte zu klein skizzirt.

Fig. *A.* Ein Haufen Eierkapseln in natürlicher Grösse.

„ *B.* Einige Eierkapseln vergrössert. Am Boden jeder Kapsel liegt der Complex der 400—600 sterilen Eier. Im obern Theil schwimmen die 10—16 Embryonen in dem noch dickflüssigen, fadenziehenden Eiweis herum.

„ *C.* Aeltere Eierkapseln vergrössert, worin die Embryonen schon alle sterilen Eier aufgefressen haben. Der Inhalt ist dünnflüssig geworden. Einige Kapseln sind schon leer. — Y der gallertige Pfropf, welcher nach Reifung der Embryonen herausgedrängt wird und den Deckel sprengt.

„ 1. Ein Ei, welches durch die erste Furche in Bildungsdotter *B* und Nahrungsdotter *N* geschieden ist. In beiden Furchungszellen ein Kern mit Kernkörper. Das Richtungsbläschen *ρ* ist hier eine Zwillingszelle.

„ 2. Der Bildungsdotter theilt sich weiter und fängt an, den Nahrungsdotter zu umwachsen.

Digitized by Google

Fig. 3. Der Process der Zelltheilung und Umwachsung ist weiter fortgeschritten.

„ 4. Die Bildungszellen haben den Nahrungsdotter ganz umwachsen: nur am Mundpol liegt der letztere noch frei zu Tage. Einzelne Zellen zeigen schon Wimpern. Am längsten sind und bleiben die Wimpern in *v*, dem Orte wo später das Velum hervorwächst.

„ 5. Derselbe Embryo. Der zerklüftete Nahrungspotter ist in toto gezeichnet, die Bildungszellen im optischen Querschnitt. — *L* bezeichnet den Ort, wo sich später das primitive Keimblatt, durch Auseianderweichen der Zellen, in ein äusseres und ein inneres Blatt theilt (vergl. Figur 7).

„ 6. Die Entwickelung ist weiter vorgeschritten. Die ganze Oberfläche wimpert, mit Ausnahme der Stelle β. Man sieht den Oesophagus, der mit äusserst feinen Wimpern ausgekleidet ist, sowie den Nahrungsdotter durchschimmern.

„ 7. Optischer Längschnitt eines etwas weiter entwickelten Embryo's. Der Embryo hat noch nicht gefressen.

„ 8 Ein $^1/_{60}$ Millimeter dicker Längschnitt eines in Chromsäure erhärteten, weiter entwickelten Embryos. — S. Erste Anlage der Schale, als Cuticularbildung auftretend. — D. Die Darmhöhle, mit Zerklüftungskugeln der aufgefressenen sterilen Eier gefüllt. (Die zerklüfteten sterilen Eier sind im Verhältniss etwas zu klein ausgefallen).

„ 9. Isolirte Wimperzelle von der Stelle *v* der Figur 8.

Digitized by Google

LIBRARY
13 OCT 75

STUDIEN

ÜBER DIE VERKNÖCHERUNG UND DIE KNOCHEN DES SCHÄDELS DER TELEOSTEI.

(Mit Tafel XVIII—XXII.)

von

Dr. A. J. VROLIK.

VORWORT.

Die Veranlassung zu dieser Arbeit gab mir Professor Selenka, indem er mir den Rath ertheilte, die von Prof. Huxley in seinen "Elements of Comp. Anatomy" aufgestellten *Otica* oder *Speziellen Gehörknochen* einer neuen Prüfung zu unterwerfen.

Ich habe dieses Thema in Jena ausgearbeitet; und es sei mir gestattet, hier Herrn Professor Gegenbaur sowohl für den guten Rath und die freundliche Leitung als für die Beschaffung von Material wodurch derselbe mich bei dieser Arbeit aufs freundlichste unterstützt hat, meinen innigen Dank auszusprechen.

Als ich einmal bei der speciellen Bearbeitung der Huxleyschen Otica den Fischschädel genauer kennen gelernt hatte dehnte ich meine Untersuchung auf den Rath von Professor Gegenbaur auf eine mehr allgemeine Frage aus, nämlich auf die nach dem Verhältniss zwischen *primären* und *secundären* Knochen am Fischschädel. Die Resultate dieser Untersuchung sind im zweiten Abschnitt niedergelegt.

Mit dem Problem der Huxleyschen Gehörknochen hängt aber die Verknöcherung des menschlichen Schläfenbeines eng zusammen, da der genannte Forscher in gewissen *Knochenpunkten des Schläfen-*

Digitized by Google

beines, beim menschlichen Embryo, die Homologa der Otica bei anderen Klassen der Wirbelthiere findet; eine Meinung wogegen sich bis jetzt noch kein Wiederspruch erhoben hat, so dass es fast scheint als ob man die stillschweigend angenommen hätte. So würde ich der Vollständigkeit halber und theilweise um die Zeit auszu füllen, während ich auf Lachsembryonen wartete, dazu geführt auch die *Knochenpunkte am Schläfenbein der Säugethiere* genauer zu prüfen. Diese Untersuchung habe ich als *Anhang* im Vierten Abschnitt behandelt.

Der Erste Abschnitt enthält den geschichtlichen Theil; die Verwirrung der Synonymie wird es rechtfertigen dass ich einige bereits bekannte Schädel nochmals ausführlich beschrieben habe.

Hiermit ist von der Entstehung der augenscheinlich etwas heterogenen Elemente dieser Studiën Rechenschaft abgelegt. Leider sind wegen Mangels an Material doch noch verschiedene Lüchen unausgefüllt geblieben.

Schliesslich danke ich allen die mir mit Material in dieser Arbeit beigestanden haben, insbesondere der Direction des Zoölogischen Gartens zu Amsterdam, die mir freundlichst Lachsembryonen verschafft hat.

Digitized by Google

I.

SYNONYMIE DER SCHÄDELKNOCHEN BEI DEN TELEOSTEI.

(Mit einer Tabelle.)

GESCHICHTLICHE UEBERSICHT.

Seitdem man eine Vergleichung der Schädel der Vertebraten angefangen, hat man sich auch über die Homologien der Fischschädelknochen herumgestritten. Die ersten Forscher die sich mit dem Fischschädel beschäftigten haben ihn mit frommer Bewunderung angestaunt wie uns eine Apostrophe Okens in der Isis (1818 Seite 512) lehrt: Nicht Stunden lang, ja nicht Tagelang, Wochenlang kann man vor einem Fischkopfe stehen und gedankenlos anstaunen diese kalkigen Tropfstein-Gestalten, ohne zu wissen, was, wo, wie."

Die ersten Arbeiten über den Fischschädel sind alle auf die Wirbeltheorie begründet, wo bei man mit einem kühnen Sprung den Fischschädel *unmittelbar* mit dem Säugethierschädel verglich. Oefters auch beschränkten die Autoren ihre Untersuchung auf eine oder zwei Species. Das Resultat dieses Verfahrens kann man in der Tabelle übersehen. Da die Wirbeltheorie ausserhalb des Planes meiner Arbeit liegt so werde ich die Synonymie der Schädelknochen nur in so fern besprechen als sie direct diese Knochen selbst betrifft und nicht deren Verhalten zur Wirbeltheorie. Dadurch erklärt sich zugleich, warum ich über bestimmte Knochen so wenig zu erwähnen habe.

Beginnen wir mit dem hintersten, aus einem oberen, einem un-

Digitized by Google

teren und zwei seitlichen Knochen bestehenden Schädelsegment, so finden wir, dass bezüglich des Grundstücks, des occipitale basilare, alle Autoren, mit Ausnahme von GEOFFROY ST. HILAIRE übereinstimmen. Auch über die seitlichen Theile ist man einig; nur haben die Autoren jenachdem sie mehr oder weniger die Wirbeltheorie acceptirten den neutralen Namen *Occipitale laterale* oder den mehr an den Wirbel erinnernden Ausdruck *Arcus* oder *Lochbogen* vorgezogen. HALLMANN erwähnt dass der Nervus vagus constant durch diesen Knochen tritt. Aus derselben Ursache nennt Oken den oberen Knochen des hintersten Schädelsegmentes (occipitale superius autorum) *Stachel*, während MECKEL und HALLMANN sich des in der menschlichen Anatomie üblichen Ausdrucks *Squama occipitalis* bedienen. CUVIER behauptet in seinen Leçons dass auch der Name *interparietale* für diesen Knochen zu brauchen wäre. AGASSIZ erwähnt den Antheil den dieser Knochen beim Lachs an der Umschliessung des Gehörorganes nimmt; ebenso STANNIUS.

Die wechselende Höhe, Länge und Breite welche die Spitze dieses Knochens erreicht, ist von vielen Forschern beschrieben.

Zu jeder Seite des Occip. sup. kommt ein Knochen vor der sehr verschieden gedeutet worden ist. Viele nannten nach CUVIER's Beifall diesen Knochen *Occipitale externum*, wodurch seine Lagerung sehr gut angedeutet ist, Andere haben eine Analogie ausdrücken wollen und benützten die Namen *Labyrinth* (OKEN), *Petrosum* (BOJANUS und ARENDT) weil der Knochen einen Theil des Gehörorganes umschliesst, und *Mastoideum* (SPIX und HALLMANN). Letzterer deutet den Kamm worin dieser Knochen eindigt, als *processus mastoideus;* er erwähnt auch dass der canalis semicircularis posterior in diesem Knochen liegt; dasselbe thun AGASSIZ und STANNIUS.

Eine noch grössere Verschiedenheit herrscht bezüglich eines ziemlich inconstanten Knochens der zwischen occipitale laterale und occ. externum, oder zwischen dem letztern und dem squamosum gefunden wird. CUVIER in seiner "Histoire naturelle des Poissons" nennt diesen Knochen, wahrscheinlich um keinen neuen Namen bilden zu müssen, *rocher*. In den Leçons wird dieser Knochen bei Perca fluviatilis erwähnt als: unter dem mastoideum über dem occ. laterale und hinter dem grossen Keilbeinflügel liegend; er bildet eine Articulations stelle für den untersten Ast des Suprascapulare.

Digitized by Google

Bei dem Karpfen wird (in der deutschen Uebersetzung des nämlichen Buches) die Existenz dieses Felsenbeines theilweise negirt: Es ist kein Felsenbein vorhanden, wenn man mit diesem Namen nicht etwa eine sehr kleine Knochenplatte bezeichnen will, welche auf dem Zitzenbeine zwischen den beiden Aesten des Schulterblattstiels liegt." Ein wenig weiter unten liest man: "Zwischen dem seitlichen Hinterhauptbein und dem Zitzenbeine findet sich jedoch bei einigen Arten (wie die Schleihe, der Bleih) ein eigenes Felsenbein wie bei den Barschen." Es wird aus dieser citirten Stelle klar dass auch den Nachfolgern von CUVIER die inconstante Natur dieses Knochens schon bekannt war.

KÖSTLIN deutet diesen Knochen, wegen seiner Lage- und Umgrenzung, als *mastoideum*.

Ich will etwas ausführlicher angeben wie der betreffende Knochen speziell beim Hecht (Esox lucius) beschrieben worden ist. SPIX und AGASSIZ erwähnen ihn nicht, HALLMANN und CUVIER, in seinen Leçons, negiren seine Existenz ausdrücklich. In seiner "Histoire naturelle des Poissons" sagt G. CUVIER (Livre II Chap. III page 333) bei der Beschreibung des knorpeligen Theils der Hyomandibular-articulation des Hechtes: "C'est même au milieu de ce cartilage dans le brochet qu'est suspendu un très-petit vestige du rocher." HALLMANN und AGASSIZ (Notice sur les Poissons fossiles et l'Ostéologie du genre Brochet Esox", page 64) haben aber umsonst an der betreffende Stelle diese Spur eines Felsenbeins gesucht. BOJANUS dagegen hat in OKEN's "Isis 1811" (Versuch einer Deutung der Knochen im Kopfe der Fische" Seite 506) diesen Knochen ganz richtig abgebildet, er nennt ihn: "eine kleine bisher übersehene pars mastoidea. OKEN bemerkt dazu in einer Note: "ist mir Felsenbein, darauf ruht der äussere Ast meines Gabelbeines das GEOFFROY ganz übersehen hat."

ARENDT ("De capitis ossei Esocis Lucii structura singulari" Seite 18. § 16) beschreibt den Knochen folgendermassen: "Mastoides accessorium. Adjacet postice ei cranii loco, ubi tria ossa I^b (occ. lat.) II^a (occ. ext.) 10 (squamosum) concurrunt. Huic ossi lamina perpendicularis ossis superioris scapulae (36) membrana fibrosa inseritur.

KÖSTLIN erwähnt den betreffenden Knochen mit den folgenden Worten: "bei Esox lucius stellt er einen schwachen Stiel dar welcher

Digitized by Google

sich am Gelenktheil des Hinterhaupts befestigt." Bei Esox also ist dieser Knochen von Einigen übersehen, von Anderen dagegen richtig in seinem Verhalten zum Supraclariculare anerkannt worden. Bei anderen Fischen, wie Cyprinus brama und Salmo salar z. B. geht dieser Knochen nicht so leicht verloren wie beim Hecht, darum ist er bei diesen Species von allen Untersuchern beschrieben. Die meisten Autoren aber, wie wir sehen werden, deuten diesen Knochen nicht wie CUVIER als *rocher* sondern einige erwähnen ihn als einen nicht integrirenden Theil des Schädels.

BOJANUS in seinem Parergon (1821 Seite 4) erwähnt bei CYPRINUS brama: "5, accessorium mastoideum inter et arcum occipitis veniens ossiculum apertius a tergo. In superiorum animalium serie non visum. An costae vertebrae cranii acidam appensae imperfectius aliquod rudimentum."

Im nämlichen Sinne äussert sich ARENDT, den ich schon beim Hecht citirte: "In CYPRINO Brama aliam praebet formam firmiterque insertum est inter mastoideum et arcum occipitis, In carpisne vero nullum ejus vestigium reperire potui."

Auch bei ZÄRINGER ("Quaedam de Historia naturali atque descriptio sceleti Salmonis Farionis 1829, Seite 28) finden wir diesen Knochen erwähnt: "6, 7. Quo in loco pars quaeque condyloidea os mastoideum parsque petrosa superior inter se conjunguntur ossiculum *mitrale* insidet cujus cuspis eminet, cujusque paries interna depressa ossium illorum suturam contegit.

MECKEL sagt Folgendes: "Beim Lachs wo ich diese Knochen fand sind sie dreieckig, klein, springen aber nach hinten deutlich vor. Vielleicht entsprechen auch diese Knochen Nahtknochen, die grade hier zwischen den an einander gränzenden Knochen vorkommen.

HALLMANN gibt sehr ausführliche Nachrichten über die Ab- und Anwesenheit dieses Knochens, über dessen Natur er schliesslich bemerkt: "Uebrigens scheint mir dieser Knochen weiter gar keine Beziehung zu dem *Gehörorgan*, wohl aber zu dem *Aufhängestück* des *Schultergürtels* zu haben, dessen oberer Schenkel von dem occ. lat., und wo dieses *os innominatum* vorhanden ist regelmässig von diesem entspringt.

Nicht weniger umfassend ist KÖSTLIN's Untersuchung, der (Seite 370) den folgenden Schluss zieht: "Sonst konnte ich ihn bei keinem Scomberoiden, und eben so wenig bei den Percoiden, Joues Cui-

Digitized by Google

rassées, Sciänoiden, Sparoiden, Squamipennen, Phar. labyr., Labroiden, Discobolen, Lophobranchen und Plectognathen unterscheiden; er *fehlt also bei der Mehrzahl der Fischen* und kommt fast ausschlieslich nur bei den Malacopterygiern vor. Gegen die Annahme dass der neue Knochen ein wirkliches Felsenbein sey spricht ausser einigen, später zu berührenden Gründen besonders der Umstand, dass er nur bei der Minderzahl der Fische vorkommt, und auch nicht einmal bei allen diesen an der Zusammensetzung des innern Ohres Antheil nimmt."

Auch L. AGASSIZ in seiner "Anatomie des Salmones" (page 8) "berichtet uns sehr ausführlich über Lage und Form dieses Knochens, über dessen Function er hinzu fügt, dass er zur Anheftung dient für die: "faisceaux intérieurs du grand muscle latéral. Il touche au temporal (nº. 12) et à l'occipital externe (nº. 9) et peut être *enlevé sans endommager la cavité cérébrale.* Diese Anschauung theilt auch STANNIUS (Seite 57): "dem os occip. laterale schliesst sich bei einigen Fischen eine kleine oberflächliche, nirgend in die Tiefe dringende Knochenlamelle an, welche CUVIER als os petrosum bezeichnet hat, eine Bezeichnung, die wenn sie auch nur irgend eine Analogie mit dem Felsenbeine höherer Wirbelthiere andeuten soll unstatthaft ist."

Schliesslich muss auch C. BRUCH ("die Wirbeltheorie des Schädels am Skelette des Lachses geprüft 1863, Seite 25) erwähnt werden: "Zwischen Hinterhaupt und hinterem Keilbein ist das Gehörorgan des Lachses zu suchen für welches OWEN, da er die betreffenden Theile zu den Wirbeltheilen zählt bei den Fischen keine Ossification übrig hat, als den CUVIERschen Rocher (occip. post. AGASSIZ) einen kleinen Deckknochen an der hinteren Schädelfläche, der sich nur in dieser Classe findet und zur Befestigung der vorderen Extremität dient."

Diese Digression über den CUVIERschen Rocher, begründet auf das spezielle Interesse das der genannte Knochen im IIIen Abschnitt für uns haben wird, wollen wir jetzt schliessen und zur Betrachtung des zweiten Schädelsegmentes schreiten. An diesem Abschnitt finden wir einen sehr langen flachen Knochen der sich an der Schädelbasis vom occ. basilare bis zum vomer ausdehnt; es ist das basisphenoid der Autoren, die fast Alle diesen Knochen als Körper des hinteren Keilbeines, gedeutet haben; Einige sogar, zerlegen ihn der Wir-

Digitized by Google

beltheorie zu Gefallen in zwei Wirbelkörper, weil sie sonst keinen dritten Wirbelkörper besassen. BRUCH behauptet dass dieser Knochen kraft seiner secundären Natur kein Wirbelkörper sein kann. STANNIUS schreibt dass dieser Knochen nicht rein secundärer Natur sei, weil er bisweilen "einen Knorpelstiel halb umfasst" nämlich die Basis des sogennannten Y formigen Knochens. Er führt Beispiele an dass dieser Knochen Zähne trägt. Vor dem occ. lat finden wir einen, an seiner unteren Seite durch das basisphenoid begrenzten Knochen der hauptsächlich wegen dieses Verhaltens zum basisphenoid von den meisten Autoren als *grosser Flügel* gedeutet worden ist.

OKEN dagegen nennt diesen Knochen *Pauke* aus folgenden Grünnden: Er nennt das occ. externum Labyrinth, weil seine Lage mit der des Labyrinthes beim Schwein übereinstimmt "wodurch der Knochen p. zur Pauke wird, was auch schon der Durchgang des Gesichtsnerven beweist wie die Lage der inneren Gehörwerkzeuge, der Bögen und Steinchen, was man in dem vortrefflichen Werke von SCARPA nachsehen kann."

MECKEL hält diesen Knochen für die pars petrosa des Schläfenbeines, aus folgenden Gründen: 1° das Verhalten zum basisphenoid hält er für bedeutungslos, da dies eine Folge der lang gestreckten Form des ganzen Schädels sein kann, 2° nimmt der Knochen Theil an der Umschliessung des Gehörorganes, 3° geht beim Karpfen der Facialis durch einen Ausschnitt in diesem Knochen, während der Vagus und Glossopharyngeus hinter diesem Knochen austreten.

HALLMANN spricht sich sehr ausführlich aus: Derjenige Knochen der Fische also, der auf dem Keilbeinkörper aufsitzt, hinten an das os occipitale basilare, laterale und externum oben an die ala magna gränzt, mit der Schläfenschuppe zusammen (und andern Knochen) die Gelenkfläche für das Quadratbein bildet die vordere Hälfte des häutigen Vestibulum und die vordern Enden des vordern und äussern halbzirkelförmigen Kanals aufnimmt, an seinem vordern Rande Theile des Trigeminus austreten lässt, ist *ohne Zweifel* das Felsenbein.

OWEN charakterisirt sein petrosum folgendermassen: "The essential character of the petrosal is to envelope immediately the whole of the vascular and nervous tunics of the labyrinth or internal organ of hearing, either in a membranous, a cartilaginous or an

Digitized by Google

osseous state; its histological condition being much less constant than that of the alisphenoid."

BRUCH nimmt an dass diese beiden Knochen (einer zu jeder Seite) zusammen den hinteren Keilbeinkörper der anderen Thiere ausmachen, was "durch die Austrittsstelle der Nerven des fünften Paares zur Gewissheit" wird.

STANNIUS beschreibt sehr ausführlich den Antheil den dieser, von ihm *ala temporalis* genannte, Knochen an der Umschliessung des canalis semicircularis anterior, externus und des Vestibulum nimmt; er erwähnt auch dass der horizontale Theil dieses Knochens den Hinterrand der Grube für die hypophysis cerebri und saccus vasculosus bildet.

Wenn wir in unserer Betrachtung zu den übrigen Theilen des Schaedels übergehen so finden wir vor den letzt erwähnten Knochen zu jederseite noch einen constanten Schädeltheil.

SPIX hat diesen Knochen *ala minor* genannt, weil er vor der von ihm angenommenen *ala major* liegt. OKEN dagegen der den vorigen Knochen Pauke nannte deutet diesen Knochen als *"grosser* Flügel". Ebenso sieht MECKEL dessen Gründe für die Identität des vorerwähnten Knochens mit dem Petrosum ich bereits anführte, in dem Knochen der uns jetzt beschäftigt, und den ich *alisphenoid* nenne, einen grossen Flügel.

Auch HALLMANN deutet diesen Knochen als grossen Flügel, er erwähnt dass bei vielen Fischen der Trigeminus entweder durch ein Loch oder durch einen Ausschnitt in diesem Knochen austritt.

OWEN begründet seine Deutung:

1° auf dass Verhältniss dieses Knochens, den er grossen Flügel nennt, zum basisphenoid und zum petrosum, und auf den Antheil den er nimmt an der Umschliessung des Gehörorganes, 2° auf seine Function, welche mehr oder weniger die ist, das Mesencephalon einzuschliessen und durch ein Loch oder einen Ausschnitt den dritten und gewöhnlich den zweiten Zweig des Trigeminus durch zu lassen.

Die Autoren welche den von uns petrosum genannten Knochen als *ala magna* deuten, bezeichnen unser alisphenoid als *kleinen Flügel.* Median im Schädel gränzt an die vorigen Knochen bei einigen Fischen der sogenannte Y-förmige Knochen. Er ist entweder als ein proces-

Digitized by Google

sus, oder als ein rostrum, oder als ein démembrement des hinteren Keilbeinkörpers beschrieben, (Spix, Arendt) oder vorderer Keilbeinkörper genannt worden (Cuvier). Einige Forscher (Cuvier in seinen Leçons, Köstlin, Stannius) haben die Lagerung dieses Knochens im Zusammenhang mit der Anwesenheit eines Augenmuskelkanales erwähnt. Hallmann sagt nichts bestimmt über die Analogie dieses Knochens wie man schon aus dem Namen os sphenoideum superius seu sellae turcicae sehen kann. Köstlin betrachtet diesen Knochen nicht als vorderen Keilbeinkörper, weil er statt *vor*, *auf* dem hinteren Keilbeinkörper liegt (Seite 315): "Der neue Knochen des Fischschädels wäre demnach mit demjenigen Abschnitte des Keilbeins zu vergleichen, welcher z. B. bei den Reptilien die Decke und die seitlichen Ränder der Sattelgrube ausmacht." Einige erwähnen in Uebereinstimmung mit Cuvier dass die Hypophysis Cerebri hinter diesem Knochen liegt. Owen nennt diesen Knochen, in seiner Tabelle, Entosphenoid: er scheint es zu betrachten als die selbständig gewordene Basis der kleinen Flügel, und als nur bei Fischen vorkommend, page 145: "the coalesced bases of the orbitosphenoids, forming the anterior boundary of the bed of the optic chiasma, answer to the separate ossification called ethmoide cranien by Agassiz; in fishes, it has the same relation with that contracted area of the cranium answering to the inter orbital aperture of the cranium in fishes, wich the so called cranial ethmoid (enthosphenoid) presents in fishes, and this same entosphenoid (fig. 59) has as little relation to the formation of the canals pierced by the olfactory nerves in fishes, as the orbithosphenoid has in mammals."

Ich schliesse hieraus dass Owen ethmoide cranien und entosphenoid für ein und denselben Knochen hält, während Agassiz beide grade als getrennte Knochen beim Lachs abbildet. Bei solchen Fischen wo der knöcherne Schädel nach vorn verlängert ist, finden wir vor dem Alisphenoid noch einen Knochen, der auch sehr verschiedene Namen empfangen hat, was aus seiner inconstanten Anwesenheit und der geringeren Zahl untersuchter Species erklärlich ist. Spix hat diesen Knochen, der beim Hecht fehlt, nicht beschrieben, Cuvier bei Perca auch nicht, dagegen ist dieser Knochen in den Leçons verwechselt mit dem Sphénoïde antérieur, bis Hallmann beide zusammen bei Salmo salar fand.

Digitized by Google

MECKEL, HALLMANN, KÖSTLIN, OWEN, die diesen Knochen in seiner Lage vor dem grossen Flügel, bisweilen auch vor dem Opticus beobachtet haben, deuten diesen Knochen als kleinen Flügel. Andere suchen mit Rücksicht auf den Olfactorius, der neben diesem Knochen verläufft, bisweilen auch durch ihn hindurchttritt, für diesen Knochen Analogien im menschlichen Siebbein, daher die Namen lamina media ossis ethmoidei, ethmoïde cranien u. s. w. (BOJANUS, AGASSIZ, STANNIUS, BRUCH).

In Bezug auf das Frontale stimmen alle Autoren überein, ebenso in Bezug auf das Parietale mit Ausnahme von BOJANUS (und nach ihm ARENDT) der das Parietale Interparietale nennt und als processus spinosus eines Ohrwirbels deutet.

Es bleibt jetzt noch übrig, das über dem petrosum und alisphenoid liegende, den oberen hinteren Rand der Orbita begrenzende CUVIERsche Postfrontale zu beschreiben. SPIX betrachtet diesen Knochen als Theil des Jochbeins da die Suborbitalknochen sich gewöhnlich an diesen Knochen anlegen. BOJANUS und ARENDT, nachdem sie das parietale zum Interparietale gemacht, sind gezwungen den fraglichen Knochen zum Parietale zu promoviren. OKEN hat das Wort *Brambein* für diesen Knochen gemacht. MECKEL gibt keine deutlichen Gründe an für seine Deutung als Schlafbeinschuppe. Alle anderen Untersucher brauchen das CUVIERsche *frontal posterieur*. STANNIUS erwähnt dass es den Infraorbitalknochen zur Anheftung dient.

Mit dem Postfrontale zusammen bildet das squamosum gewöhnlich das Gelenk für das Hyomandibulare. Den Namen Squamosum hat schon SPIX gebraucht. Dagegen deutet CUVIER diesen Knochen als mastoideum der Schildkröten und Krokodille, das mit dem Frontale posterius die Gelenkfläche bildet für das hyomandibulare, dem CUVIER den Namen Squamosum zutheilte. MECKEL nannte das Frontale posterius Squamosum; darum deutet er unser squamosum als mastoideum.

HALLMANN gibt als Function des Squamosum an, dass es die Gelenkfläche des Hyomandibulare bildet; auch erwähnt er dass es den canalis semicircularis externus birgt. KÖSTLIN stützt seinen Namen Squamosum auf Vergleichung mit der Begrenzung und Lage bei Reptilien und Vögeln. AGASSIZ nennt diesen Knochen Temporal weil er ihn, seiner Begrenzung wegen, nicht für ein Mastoideum halten kann.

Digitized by Google

Bruch braucht den Namen Petrosum: "Eine Andeutung einer Schläfenschuppe kann in der schuppenartigen Auflagerungsplatte sq. des ersteren (Petrosum) gesucht werden, deren Natur als selbstständiges Deckstück jedoch zweifelhaft ist." Owen stützt die Analogie seines "Mastoideums" hauptsächlich auf die Vergleichung mit den anderen Wirbelthieren; den Antheil den das Mastoideum an der Bergung des Gehörorganes nimmt betrachtet er als constantestes Merkmal.

Stannius bedient sich auch des Namens Mastoideum und erwähnt, dass es den Can. semic. ext. birgt und gewöhnlich mittelst einer Apophyse dem einen der Zweige des Schultergärtels zur Insertion dient.

Am Vorderrand der Orbita über dem Paraspenoid finden wir einen Knochen, der wegen des Besitzes eines Foramens für den Olfactorius von Bojanus, Arendt und Meckel Ethmoideum laterale genannt worden ist. Spix und Geoffroy deuten ihn als Lacrymale. Andere Forscher haben den neutralen Cuvierschen Namen: Frontale anterius oder Prefrontale angenommen.

Digitized by Google

II.

ÜBER DIE VERKNÖCHERUNG DES TELEOSTIER-SCHÄDELS.

§ 1. EINLEITUNG.

Die ersten Zoologen welche auf die Anwesenheit von Knorpel in dem Fischschädel hingewiesen haben sind:

ARENDT (de capitis ossei Esocis Lucii structura singulari. Regiomonti 1822) und VON BAER (MECKEL's Archiv. 1826 St. 371).

Auf ihre vereinzelten Beobachtungen wurde aber wenig geachtet, bis DUGES' Arbeit die Aufmerksamkeit auf's neue auf diesen Gegenstand lenkte.

In seiner Arbeit (Recherches sur l'Ostéologie et la Myologie des Batraciens à leurs differents âges, avec 20 planches. Paris 1835) zeigte er:

1o. dass der Schädel im Anfang ganz knorpelig ist.

2o. dass bestimmte Knochen sich direct in dem ursprünglichen Knorpel bilden, während andere an dessen Oberfläche im Perichondrium entstehen. Diese letztern lösen sich beim Kochen von den unterliegenden Theilen ab. Auch hat er beobachtet dass derartige knorpelige Gebilde am Fischschädel vorkommen; bei GADUS hat er sie sogar abgebildet, ohne jedoch Weiteres daraus zu schliessen.

Zunächst arbeitete REICHERT die Sache aus in seiner "Vergleichende Entwickelungsgeschichte des Kopfes 1838."

Nach REICHERT ossifizirt zuerst die Schädelbasis, bei den Fischen ebenso wie bei den übrigen Vertebraten.

Die Schädel-basis besteht aus 2 Theilen, wovon das vordere dem ersten und zweiten Schädelwirbel zugehört, und der hintere dem dritten.

Digitized by Google

Später verknöchern die knorpeligen lateralen Theile der Schädelhöhle und die Hinterhauptsschuppe.

"Und hier zeigt sich die Eigenthümlichkeit der Gräthenfische, "indem zuerst die äussere Rinde verknöchert, während die Knorpel-"substanz innerhalb noch eine Zeitlang sich erhält. Man darf jedoch "diese Art der Ossifikation nicht mit den Belegeknochen an den "Knorpeln des ersten Visceralbagens, mit dem Paukenbeine und "dem Unterkiefer-Apparat zusammenbringen."

REICHERT nimmt als Kriterium für die *primäre* Natur der Schädelknochen, welche sich bei Teleostiern auf dem Knorpel bilden, die *Unmöglichkeit* an, sie von ihrer Unterlage zu trennen, ohne dass auch der Knorpel gleichzeitig zerstört wird.

Das sphenoideum basilare des Störes stellt er dem des Frosches gleich, als Schleimhaut-Verknöcherung, und betrachtet es als vom Sphen. bas. der übrigen Fische verschieden. Im übrigen beschäftigt er sich hauptsächlich mit dem Schädeldach, bei dem er drei Zustände unterscheidet:

1°. Das Schädeldach bleibt ganz knorpelig (Hecht; parietalia und frontalia betrachtet er alsdann als Integument-Bildungen.

2°. es ist weniger Knorpel da aber par. und front. können noch von dem, freilich durchbrochenen, Knorpel abgelöst werden; dies ist z. B. der Fall beim Barsch.

3°. es ist im ausgewachsenen Zustande gar kein Knorpel mehr da. (ANGUILLA, DIODON, TRIODON).

Hier findet REICHERT einen den Säugethieren entsprechenden Zustand, da er für diese auch eine Bildung der Par. und Front. aus Knorpel annimmt.

Später wurde REICHERTS Meinung wieder aufgefasst und vertheidigt von A. BIDDERT, in dessen Dissertation, die aber über den Fischschädel wenig enthält. BIDDERT's Dissertation aber gab KÖLLIKER Veranlassung zu einem sehr ausführlichen Aufsatz in dem Berichte von der Königlichen Zootomischen Anstalt zu Würzburg (1849). Er widerlegte darin REICHERTS Meinung bezüglich des Par. und Front. der Säugethiere, und bestimmte genau für jede Wirbelthierklasse, welche Knochen als sogenannte primäre und welche als secundäre sich bilden.

KÖLLIKER nimmt für die Front. und Par. beim Hecht auch eine

Digitized by Google

secundäre Entstehung an und rechnet ferner zu den Belegknochen am Fischschädel: die Nasalia, Vomer und Sphenoidale basilare (auch beim STÖR). Alle übrigen Schädelelemente sind *primäre.*

Das Resultat war also, dass bei allen Wirbelthieren die Schädel-Knochen aus diesen 2 Kategorien zusammengesetzt sind:

1°. aus primären, welche im Knorpel entstehen.

2°. aus secundären, welche sich zwischen der Haut und der Aussenseite des Knorpels im weichen Blastem bilden.

Die Anwendung dieses Unterschiedes führte KÖLLIKER dazu, blos solche Theile des Schädels mit Wirbeln zu vergleichen, welche ebenso wie diese aus Knorpel, oder aus der Umgebung der Chorda sich bilden; die Belegknochen wären also von der Vergleichung ausgeschlossen. Auch wollte KÖLLIKER dass man bei der Vergleichung des Schädels der verschiedenen Wirbelthierklassen untereinander nur *primäre* mit *primäre* und *secundären* mit *secundären* Knochen vergleichen sollte. Dieses Prinzip hat aber Keiner versucht durchzuführen, und so blieb die Sache beim alten.

Auch HUXLEY in seinen "Elements of comparative Anatomy", welche sonst über den Schädel viele neue Ansichten enthalten, hat sich, bezüglich der Knochenbildung, begnügt die folgenden Fragen zu stellen. Seite 296: "Gibt es eine deutliche Grenze zwischen primären und Beleg-Knochen?

Bilden sich bestimmte Knochen immer im Knorpel, während andere ebenso regelmässig im Bindegewebe entstehen? Und weiter, wenn ein Beleg Knochen gefunden wird an der Stelle, wo sich gewöhnlich ein primärer Knochen befindet, soll der Belegknochen dann nur als *analog* und nicht als *homolog* mit den letzteren betrachtet werden? Mit anderen Worten ist die *histologische* Entwickelung ein eben so vollkommenes Criterium für *Homologien*, wie die *morphologische* Entwickelung?"

Die Antwort auf diese Frage soll nach HUXLEY eine *zustimmende* sein; nach GEGENBAUR aber eine *verneinende.*

Ehe ich aber zur Auseinandersetzung der Meinung des letzteren schreite, muss ich, da die frühere Betrachtungsweise der Verknöcherung unmittelbar mit der herrschenden Meinung über den *histologischen* Process der Knochenbildung zusammen hängt, auch diesen letzteren kurz erwähnen.

Digitized by Google

Nachdem man nämlich mit der verschiedenen Natur der primären und secundären Knochen bekannt geworden war, unterschied man zweierlei Arten von Knochenbildung. Nach der einen verkalkte die Intercellular-Substanz des Knorpels, und das Knochenkörperchen erlangte durch ungleichmässige Verdickung der Wände der Knorpelzelle sein strahliges Aussehen. Knochen die sich auf diese Art im präformirten Knorpel bildeten nannte man *primäre.*

Secundäre Knochen bildeten sich direct aus Bindegewebe wie der vom Periost gebildete Knochen; das Knochenkörperchen wurde als eine strahlige Bindegewebszelle betrachtet.

Dieser Anschauung trat eine andere entgegen, welche die direkte Umwandlung von Knorpel in Knochen bestritt; hierher gehörten hauptsächlich H. Müller und Sharpey; letzterer nahm sowohl für primäre wie für secundäre Knochen eine Bildung aus Bindegewebe an.

Gegenbaur wies für beide Arten von Knochen eine gleichartige Bildung, aus den sogenannten Osteoblasten, nach (Jenaische Zeitschrift für Medicin u. Naturwissenschaften, 1864).

Es geht also nach ihm nicht mehr an, die primären und secundären Knochen, welche beide aus Osteoblasten sich bilden, wie 2 verschiedene Formationen mit einer solchen Schärfe einander gegenüberzustellen wie das bis jetzt geschehen. Wie er in seinen Grundzügen der Vergleichenden Anatomie, 1870, Seite 641 sagt: "diese Bezeichnungen drücken also keine fundamentalen Verschiedenheiten aus, sondern nur bestimmte Zustände, die sich besser als *Entwickelungsphasen* betrachten lassen". In diesem Sinne hat auch Gegenbaur die erste Erklärung der Anwesenheit dieser verschiedenen Elemente am Schädel in einem Aufsatz "über primäre und secundäre Knochenbildung, mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium" gegeben. In dieser Schrift entwickelt er die Thesis, dass die secundäre Knochenbildung die ältere sei, und dass die erste Form, die der Knochen, für den wir keine plötzliche Entstehung, sondern eine allmählige Entwickelung annehmen müssen, in paläontologischen Zeiten angenommen hat, die von *secundären* Knochen gewesen sein muss; einen späteren vererbten Zustand finden wir in den primären Knochen. Mit einigen Worten will ich mir erlauben den Gang seiner Darstellung anzudeuten.

Digitized by Google

In genannter Schrift führt Prof. GEGENBAUR aus seinen Beobachtungen über die Extremitäten den Nachweis, dass ein *secundärer* Knochen, im Laufe seiner morphologischen Entwickelung, bei höheren Thierklassen sich in einen *primären* umwandelen kann, unter der Bedingung, dass der Knorpel, auf welchem der Knochen erst als Belegknochen lag, von einer Knochenlamelle umgeben wird. Ist einmal diese Bedingung erfüllt, so verknöchert der Knorpel in seinem ganzen Umfang, und es bildet sich ein sogenannter *primärer* Knochen.

Ein gleichartiger Vorgang findet am Schädel statt, was von GEGENBAUR in den zwei folgenden Thesen zusammengefast worden ist:

1o. alle Verknöcherungen am Teleostierschädel entstehen als perichondrale, gehören also anfänglich zu den Belegknochen.

2o. Die ganze Erscheinung der Differenzirung des knöchernen Schädels wäre somit auf eine Anpassung der perichondralen Ossification an die vom knorpeligen Cranium gegebene Unterlage zurück zu führen.

Solche Schädelabschnitte welche Durchtrittsstellen für Nerven, oder Vorsprünge besitzen, werden also die günstigsten Verhältnisse dafür bieten, dass der Knorpel von einer Lamelle umwachsen wird, wodurch dann die Bildung vom sogenannten primärem Knochen eingeleitet ist.

Für die 2de These findet sich der factische Beleg im Schädel von Mepocephalus rostratus C. V., der noch viel mehr Knorpel enthält wie der Hecht-oder Lachsschaedel, und dazu alle anderen den Teleostiern eigenen Knochen als Belegknochen besitzt; nur am occ. basilare ist ein Theil des Knorpels durch Knochen ersetzt.

Andere Teleostier sind bezüglich dieser Frage noch nicht untersucht, und es ist die Aufgabe dieser Arbeit die auseinandergesetzten Ansichten über Knochenbildung am Schädel zu prüfen, wozu ich also jetzt übergehen will.

---

§ 2. Der ausgewachsene Hechtschädel.

Der Hechtschädel ist schon lange als sehr reich an Knorpel bekannt. Jedoch giebt eine Ansicht von Aussen uns nicht den rechten Begriff von den im Inneren enthaltenen Knorpelmassen, diese be-

Digitized by Google

kommt man nur auf vertikalen Querschnitten zu sehen. Ich habe also einen ausgewachsenen frischen Hechtschädel, der vom Hinterrand des Basioccip. bis zum Vorderrand des Vomers 16cm mass, mit der Säge in Querschnitte zerlegt. Es wird sehr nützlich sein wenn man die im 3en Abschnitt gegebene Beschreibung des ganzen Hechtschädels auch bei der Betrachtung der Querschnitte mit consultirt. Da dieser Abschnitt einen mehr allgemeinen Gegenstand behandelt, so habe ich es für besser gehalten, ihn dem mehr speziellen zweiten Abschnitt vorauszuschicken. Die Fig. 1 worauf die Querschnitte durch Zahlen angedeutet sind ist in Umriss gemacht nach der Fig. 22, die in natürlicher Grösse einen Schädel von 19 c.m. Länge (vom Hinterrand des Occ. basil. bis zur Vomerspitze) darstellt. Obgleich die Orientirung in diesen Querschnitten im ersten Augenblicke vielleicht etwas schwer sein mag, so hätte doch keine andere Methode uns so sicher zum Ziel führen können wie diese.

Den 1sten Schnitt, Fig. 2 führte ich durch die Austrittsstelle des n. vagus welcher im Occ. lat. liegt. Diese Austrittsstelle verläuft quer durch die Schädelwand, liegt also nicht ganz in der Schnittebene und erscheint folglich als ein Ausschnitt im Occ. lat. In der nächsten Umgebung des For. für den Vagus wird das Occ. lat. durch *compacten homogenen Knochen* gebildet: jedoch nach der Peripherie ändert sich bereits seine Beschaffenheit.

Wenn wir an der Aussenseite des Schädels die mit einem* angedeutete Grenze des occ. lat. aufsuchen, so finden wir, dass dieser Knochen dort blos eine dünne Knochenlamelle ist welche auf dem Knorpel liegt, denn der eigentliche homogene Knochen reicht nicht weiter als ungefähr 3mm über das Foramen für den Vagus nach oben, dann theilt er sich in:

1o. eine Lamelle an der Aussenseite des Schädels (welche also bei der Profilansicht des Schädels scheinbar den ganzen Knochen representirt).

2o. eine Lamelle welche die Aussenwand des durschnittenen can. semicircularis externus bekleidet.

3o. eine etwas dickere Knochenmasse, welche mit der medialen Knochenlamelle des can. semicirc. ext. zusammenhängt, und das foramen occipitale begrenzt.

Digitized by Google

Der Schnitt geht nämlich noch nicht durch die eigentliche Schädelhöhle, sondern nur durch einen dem foramen occipitale der anderen Wirbelthiere entsprechenden Schädelabschnitt.

Nach der bis jetzt gebräuchlichen Terminologie werden solche Knochen die in Bindegewebe entstehen *secundäre*, die welche sich im praeformirten Knorpel bilden *primäre* genannt. Hiernach müssten wir das occ. lat. in der Nähe des For. für den Vagus als primär bezeichnen, die peripherischen Knochenlamellen aber sind im Verhältniss zu dem dazwischen erhaltenen Knorpel so dünn das sie gar nicht mehr primär genannt werden dürfen, vielmehr ihrem Volumen nach als Belegknochen zu bezeichnen wären. Es geht hier also dem Occ. lat. das für primäre Knochen bisjetzt angenommene, charakteristische Merkmal ab, dass der praeformirte Knorpel gänzlich durch Knochen ersetzt wird. Die Verknöcherung ist nur in der Nähe des Nervenloches im Stande den Knorpel in seiner ganzen Dicke in Knochen umzusetzen nach der Peripherie kann sie nur noch dünne auf dem Knorpel liegende Knochenlamellen schaffen.

Da dieses Verhältniss sich bei den meisten Hechtschädelknochen wiederholen wird so können die Worte *primär* und *secundär*, die noch dazu in ganz umgekehrtem Sinne zu gebrauchen wären, weil gerade wie ich später zeigen werde, die *secundären* Knochen *zuerst* auftreten und die *primären* sich später bilden, nicht mehr beibehalten werden. Ich wünsche sie zu ersetzen durch die Bezeichnungen *enchondrostotisch* und *perichondrostotisch*.

Als *enchondrostotisch* will ich den Knochen bezeichnen da, wo der Knochen über den Knorpel überwiegt; *perichondrostotisch*, wird der Knochen da wo er nur als dünne Lamelle dem Knorpel auf liegt.

Es drücken diese beiden Worte nur das Massen-Verhältniss zwischen Knorpel und Knochen aus; zwischen en- und perichondrostotischen Knochen giebt es, wie wir beim Occ. lat. gesehen, allmählige Uebergänge.

Zu beiden Seiten des centralen for. occipitale befindet sich im Schädel eine knieförmig gebogene Lücke, der durchschnittene can. semic. externus. Dieser Canal hat keine eigene knöcherne Wandung, sondern ist nur knöchern so weit er durch bestimmte Knochen geht; da wo diese durch Knorpel getrennt sind befindet sich auch Knorpel in dem Kanal. So wird auf diesem Schnitt der Kanal in

Digitized by Google

seinem unteren Theile durch Knochen bekleidet, der vom occ. lat. stammt, während der obere Theil durch perichondrostotischen Knochen, von dem Squamosum kommend, bekleidet wird.

Das *Squamasum* bildet die am meisten lateralwärts gelegene Spitze dieses Schädeldurchschnittes. An seinem obersten Theil zeigt es sich als ein enchondrostotischer Knochen, von einem Schleimkanal durchbohrt. Doch ebenso wie das occ. lat. birgt des Squam. in seinem Inneren viel mehr Knorpel als man bei der Ansicht von Aussen vermuthen würde. So hängt auf diesem Schnitt die den can. sem. ext. bekleidende Lamelle schon nicht mehr mit dem enchondrostotischen Theil des Knochens zusammen, weil sich der Knorpel so weit ins Innere des Squamasum fortsetzt. Am oberen Rand dieses Schnittes bemerken wir in der Mitte die Spitze des occ. sup. und zu jeder Seite daran 2 Vorsprünge durch Vertiefungen getrennt. Die 1ste Vertiefung liegt zwischen Squam. und Occ. ext, die zweite zwischen occ. ext und occ. sup.

Es biegt sich nun die äusserste laterale Lamelle des squam. zur Bildung der Articulation für das Hyomandibulare herunter, die mediale bildet den Boden der erst erwähnten Grube. Die mediale Seite dieser Grube wird durch Knochen vom occ. ext. bedeckt. Auch das Occ. ext. zeigt auf diesem Querschnitt viel Knorpel in seinem Inneren, jedoch hängt die perichondrostotische Lamelle welche den durschnittenen can. semic. post bekleidet noch mit dem enchondrostostischen an der Spitze gelegenen Theil des Knochens zusammen. Auch bildet das occ. ext. perichondrostotisch die laterale Wand der zweiten erwähnten Grube, deren mediale Seite durch das *perichondrostotische Occ. sup.* gebildet wird. In der Mitte bildet das Occ. sup. einen Stachel.

Die ganze Dicke der enchondrostotischen Knochentheile an dem Schädeldache ist gering im Vergleich zu den unterliegenden Knorpelmassen.

Es bleibt jetzt nur noch die Schädelbasis übrig; diese wird vom knöchernen Occ. basilare gebildet, das aber in seinem Centrum eine halbmondförmige Knorpelmasse enthält. Diezer Knorpel birgt in seinem Centrum einen kreisförmigen knöchernen Kern. Der Knorpel ist das hintere Ende einer Knorpelschichte die wir auf den nächsten Schnitten immer mächtiger finden werden. Der kreisförmige

Digitized by Google

knöcherne Kern bildet die hintere Spitze des näher zu beschreibenden Augenmuskel-Kanales.

Unter dem Occ. basil. befindet zich das Parasphenoid, welches dem unteren Rande des ersten Knochens anliegt, und sich schon für das unbewaffnete Auge durch eine mehr compacte Structur von dem mehr spongiösen Knochengewebe des occ. unterscheidet. Fassen wir kurz die Resultate der Betrachtung dieses ersten Schnittes zusammen, so finden wir: das occ. sup. ist perichondrostotisch, occ. ext. und Squam. sind an ihrer Spitze, also an der Aussenseite des Schädels, enchondrostotisch, werden aber auch bald perichondrostotisch und folgen dabei genau den Relief-Verhältnissen des unterliegenden Knorpels. Das occ. lat. hat seinen enchondrostotischen Theil *in der Umgebung der Durchtrittsstelle des N. vagus.* Auch das occ. basil. ist nicht ganz frei von Knorpel.

Der zweite Schnitt Fig. 3 ist 5^{mm} vor dem ersten nach der Schnauze hin gemacht. Er geht noch durch das occ. lat.; das Bild das man bekommt ist aber ein ganz anderes. Das Schädeldach ist sehr breit und überdeckt die beiden Gruben welche sich auf dem vorigen Schnitt noch als Ausschnitte zeigten. Weil diese Gruben jetzt von den Frontalia überdeckt sind erscheinen sie hier als 2 laterale obere Kanäle. Die grösste centrale Oeffnung bildet die *eigentliche Schädelhöhle*, während sich unter ihrer Basis noch eine vierte Oeffnung, der durschnittene Augenmuskel-Kanal zeigt. In den Wänden der eigentlichen Schädelhöhle finden wir natürlich das occ. lat. wieder in Gestalt einer äusseren und einer inneren perichondrostotischen Knochenlamelle, die beiderseitigen inneren Lamellen begegnen sich in der Mitte der Schädelbasis, wo sie eine mediane Hervorragung bilden; eine nach aussen convexe Ausbuchtung welche sich zu jeder Seite dieser Hervorragung befindet dient zur Bergung des Vestibulums sammt Otolith.

Verfolgen wir die äussere Schädelwand oberhalb des occ. lat., so finden wir dort das squam. wieder. Es besitzt an seiner lateralen Spitze immer noch einen enchondrostotischen Theil der zur Bildung des Hyomandibular-Gelenkes ausgeschnitten ist. Nach unten hin bildet das squam. eine äussere und eine innere perichondrostotische Lamelle; die äussere bildet die äussere Schädelwand, die innere bekleidet die laterale Grube zwischen squam. und occ. ext. Den

Digitized by Google

medialen Rand dieser Grube bildet ein perichondrostotischer Theil des occ. sup. Der Boden der Grube ist aber dadurch nicht ganz überdeckt, sondern eine mediane Stelle bleibt knorpelig. Dieses findet man an sehr vielen Schädeln und da wo diese Grube sehr tief wird wie z. B. beim Lates nobilis, zeigt sich bei der Ansicht des Schädels von Innen eine bedeutende Knorpelmasse, die occ. lat. und petr. trennt. Das occ. sup. gibt auch noch eine dickere Lamelle ab welche den centralen inneren Theil des Schädeldaches bildet.

Zwisschen Occ. lat. und Parasphenoid finden wir an der Schädelbasis eine Knorpelschichte welche die Fortsetzung des vorher erwähnten halbmondförmigen Knorpels ist. In ihrem Centrum ist diese Knorpelschicht durchbrochen durch den Querschnitt des Augenmuskelkanals der an seiner inneren Fläche von Knochen ausgekleidet ist. An seinem unteren Rande wird der Augenmuskelkanal durch das Parasphenoid geschlossen, seinen oberen Rand bildet die innere Lamelle des Occ. lat.

Im Hintergrunde dieses Schnittes sieht man perspectivisch das For. occipitale von 2 knöchernen dem occ. lat. zugehörigen Säulen umgeben. Vor dem for. occ. erweitert sich der Schädel bedeutend und bildet die eigentliche Schädelhöhle.

Das wichtigste aber an diesem Schnitt ist, dass der *in* und *zwischen* den verschiedenen Knochen erhaltene Knorpel ein CONTINUUM bildet.

Wir haben also einen knorpeligen Primordialschädel mit blosz *perichondrostotischen* Knochen.

In Bezug auf das occ. lat. können wir also aus diesen beiden Schnitten schliessen:

1° dass das occ. lat. auf eine gewisse vertikale Entfernung vom Foramen seine enchondrostotische mit einer perichondrostotischen Natur vertauscht.

2° der zweite Schnitt zeigt uns einen ähnlichen Vorgang auf einer gewissen horizontalen Entfernung vom Foramen. Es muss also der *Enchondrostotische* Theil auf *die Umgebung des Foramen f. Vag.* beschränkt sein, und da der dickste Knochen gewöhnlich der älteste ist, so wird hierdurch auch das erste Auftreten desselben in der Umgebung des Nervenloches wahrscheinlich; jedoch werden wir dies später noch genauer ausführen. Angedeutet wird die Sache auch schon durch den strahligen Bau des ganzen Knochens, in

Digitized by Google

welchem man mit blossem Auge schon vom Foramen ausgehende Strahlen warnehmen kann. Dieses hat auch bereits ARENDT beobachtet (de capitis ossei Esocis lucii etc. Seite 10 § 6) ex hoc ossium structura jure videmur concludere posse in Lucio (quod in Sturione per totam vitam ita habere constat) in priore periodo formationis cranium interius ex cartilagine membranacea constare, in qua deinde puncta ossificationis existant in facie exteriore atque interiore cartilaginis lamellas orbiculares intermittentia, quarum diametros initio minor eodem fere modo latius extenditur, ut teste Mallus corum. Hoc concludo ex orbibus opacis eidem centro circumjectis, qui in lamellis osseis subpellucidis apparent, indicantque peripherias lamellarum prius ortarum. Ceterum aut omnia me fallunt, aut formatio novarum lamellarum in superficie fit cartilagini intercurrenti adversa, cultro vel serra ubi incideris, facile apparebit.

Der dritte Schnitt Fig. 4 ist 3 *mm.* vor dem vorigen gemacht, so dass wir in der lateralen Schädelwand nicht mehr das occ. lat., sondern den hintersten Theil des petrosum haben. Wir finden wiederum eine grosse centrale eigentliche Schädelhöhle, oben zu jeder Seite dieser einen Kanal, die Fortsetzung der vorher beschriebenen Grube zwischen squam. und occ. ext. Unter dieser Oeffnung findet sich der Durchschnitt des can. semic. ext. Unter der Schädelbasis liegt der Augenmuskelkanal. Das petrosum verhält sich ganz so wie das occ. lat. und zeigt sich an der nach aussen convex gewölbten Schädelwand als innerer und äusserer perichondrostotischer Knochen. Die inneren beiderseitigen Lamellen begegnen sich in der Mitte wie beim occ. lat.

Das squamosum zeigt schon eine mehr perichondrostotische Natur; es liegt fast horizontal auf dem Knorpel, sein mediales Ende liegt unter dem Frontale, sein lateraler Theil endigt in einer freien Spitze; es ist noch immer von einem Schleimkanal durchbohrt. Es gibt noch perichondrostotische Lamellen ab an die äussere Wand des Schädels; der vertikale Theil dieser Lamelle bildet die Gelenkfläche für das Hyomandibulare.

Die laterale Wand der oberen Grube wird auch durch eine vom squam. kommende perich. Lamelle bedeckt. Ebenso die later. Wand des can. semic. ext., dessen mediale Wand aber ohne Knochen bleibt, weil die Schnitt-Ebene grade diejenige Stelle trifft, wo der Kanal in die Schädelhöhle mündet.

Digitized by Google

Das Occ. sup. liegt unter den beiden Frontalia, es bedekt perichondrostotisch die mediane, innere obere Schädelwand, und communizirt mittelst einiger schmaler knöcherner Ausläufer mit seinem perichondrostotischen Theil, der an der medianen, äusseren oberen Schädelwand, unter den Frontalia, liegt; zur Bildung enchondrostotischen Knochens kommt es aber bei diesen knöchernen Ausläufern, die noch durch Knorpel getrennt sind, nicht.

An der Schädelbasis bedeckt eine Lamelle des Petrosum die Innenwand des Augenmuskelkanales. An der äusseren Schädelwand wird diese Lamelle von einer Fortzetsung des Parasphenoid überdeckt.

Das Primordial-Cranium ist auf diesem Schnitt *ebenso vollständig*, wie auf dem vorigen; *alle Verknöcherungen sind perichondrostotisch.*

Mit dem vierten Schnitt, Fig. 5, 7 *mm.* vor dem vorigen gemacht, haben wir die Labyrinth-Region verlassen; auch die erwähnte obere Grube ist blind geendigt; darum haben wir ein viel einfacheres Bild, nur aus der centralen Schädelhöhle und dem darunter liegenden Augenmuskelkanal bestehend.

Die Schädelwand wird hauptsächlich vom Petrosum gebildet, das hier schon an einer Stelle eine enchondrostotische Natur besitzt, welche es jedoch an seiner Peripherie wieder verliert um sich in zwei perichondrostotische Knochen, an der inneren und äusseren Schädelfläche, zu theilen; der äussere Theil ist an einer Stelle, wo er rechtwinklig hervorragt, stärker entwickelt, diese dickere Stelle bildet die untere Wand des Hyomandibular-Gelenkes, das hier von einer Hervorragung des Petr. gestüzt wird.

Nach unten bilden die zwei inneren perichondrostotischen Theile wieder die Basis der eigentlichen Schädelhöhle, während der äussere perichondrostotische Theil vom Paraspenoid überdeckt wird. Ein dritter perichondr. Theil des Petrosum bekleidet die Innenwand des Augenmuskelkanales.

Das squamosum ist ganz perichondrostotisch und ragt etwas nach unten gekrümmt zu jeder Seite frei hervor. Der Knorpel zwischen squamosum und petrosum bildet den knorpeligen Theil des Hyomandibulargelenkes. Der fünfte Schnitt (Fig. 6) ist 4^{mm} vor dem vorherigen, etwas vor dem Foramen des N. Facialis geführt. Die Oeffnung die wir hier in der lateralen Schädelwand vorfinden, ist aber natürlich nicht das Nervenloch, das man bei einer Profilansicht

Digitized by Google

des Schädels sieht, sondern es ist der Durchschnitt eines Kanales *f'*, der sich zwischen Trigeminus und Facialis befindet. Durch diesen Kanal *f'* geht ein Zweig der Trig. und Facialis vereinigt.

Das Petrosum ist hier noch mehr enchondrostotisch wie auf dem vorigen Schnitt, speziell in der Nähe des Kanales. Nach oben theilt das Petr. sich in eine äussere und innere mächtige Knochenschichte. Nach unten schickt das Petrosum perichondrostotische den Augenmuskelkanal bekleidende Theile ab. Die Knorpelmasse, welche auf dem vorigen Schnitt, noch *continuirlich* den Augenmuskelkanal, an seiner oberer und lateralen Seite, umgab, ist hier in Folge der enchondrostotischen Entwickelung des Petrosum nur noch in drei Resten übrig. Ein unpaarer Rest, der central zwischen den beiden Petrosa über dem Kanal liegt, und zwei paarige schmale seitliche Knorpelstücke, durch das Petrosum und Parasphenoid bekleidet.

Ueber dem Petrosum bildet eine bedeutende Knorpelmasse, worin man dendritisch verzweigte Kanäle beobachten kann, das Schädeldach.

An der oberen äusseren Schädelwand, unter dem Squamosum, das sich ähnlich verhält wie auf dem vorigen Schnitt, finden wir einen kleinen perichondrostotischen Knochen: der Hinterrand des Frontale posterius.

Der sechste Schnitt (Fig. 7) ist 3mm vor dem vorigen gemacht, durch den hinteren Theil des Foramen für den N. trigeminus. Dieses ziemlich grosse Foramen stellt sich also auf diesem Querschnitt als eine Durchbrechung der Schädelwand dar, die obere Wand dieses Loches wird vom perichondrostotischen Petr. begrenzt; die untere bildet ein mehr enchondrostotischer, den Augenmuskelkanal umschliessender Theil. Von den drei vorher erwähnten Knorpelresten, in der Umgebung des Augenmuskelkanales ist der obere durch Knochen ersetzt, die beiden lateralen sind als winzige Lamellen zwischen Petrosum und Parasphenoid erhalten.

Ueber dem Petrosum, an der äusseren Schädelwand liegt das perichondrostotische Postfrontale (= frontale post.) das mit seinem oberen Theil an das Squamosum stösst. Das Squamosum ragt zu beiden Seiten des Schädeldaches nach aussen hervor. Mit Ausnahme des perichondrostotischen Petrosum und Postfrontale ist die *ganze obere Schädelhälfte volständig knorpelig.*

Zum Verständniss des Bildes das uns der siebente, 5mm vor dem

Digitized by Google

vorigen geführte Schnitt, Fig. 8, gibt muss man ins Auge fassen dasz wir jetzt ganz nahe an die Orbita gerückt sind, so dasz das Petrosum an der Bildung der lateralen Schädelwand nicht mehr Theil nimmt. Bis jetzt wurde das Dach des Augenmuskelkanales immer von den beiderseitigen, sich in der Mitte vereinigenden Occ. lat. oder Petrosa gebildet, jetzt aber haben die Petrosa aufgehört und damit das knöcherne Dach, das durch Membran ersetzt wird. Diese Membran heftet sich in der Mitte an die zwei oberen Arme des sogenannten Y-förmigen Knochens, des basisphenoid an. Auf diese Art wird der Augenmuskelkanal, der durch den Stiel des erwähnten basisphenoid in zwei gleiche Hälften getheilt wird, von der Schädelhöhle abgegrenzt. Auf diesem Schnitt ist nur der hintere Theil der beiden oberen Arme des Basisphenoids getroffen. Die laterale Wand des Augenmuskelkanales wird durch noch vom Petrosum herkommende perichondrostotische Theile gebildet, welche in Gestalt einer inneren und einer ausseren Lamelle auftreten. Das Parasphenoid bildet die Basis des Augenmuskelkanales.

Ueber dem Petrosum finden wir das sogenannte Alisphenoid an seinem unteren Theile enchondrostotisch; mehr nach oben bildet es einen äusseren und inneren perichondrostotischen Theil. Der mediale perichondrostotische Theil durchsetzt mitteltst einiger knöchernen Ausläufer das knorpelige Schädeldach, bis zu dem Front.

Ueber dem Alisphenoid ragt das Postfrontale bedeutend zu beiden Seiten des Schädels hervor. Es hat hier seine mächtigste Entwickelung. Das Squam. ist zwischen dem Postfrontale und Frontale eingeklemmt. Das Schädeldach ist sehr breit im Verhältniss zur Schädelhöhe.

Der 8te Schnitt Fig. 9. grenzt unmittelbar an den vorigen, so dasz wir auf dieser Schnittebene das ganze basisphenoid sehen, dessen Basis herunterreicht bisauf das Parasphenoid, und dessen Arme durch Membran mit dem Alisphenoid verbunden sind. Die Schädelhöhle, hier also oben durch das Schädeldach, lateral durch Membran begrenzt, endigt nach vorn trichterförmig, um an ihrer Spitze die Nervi olfactorii in die knorpelige Interorbital-Scheidewand übertreten zu lassen. Die übrigen Knochen verhalten sich natürlich wie auf dem vorigen Schnitte.

Der letzte Schnitt Fig. 10 is 4,5cm von dem vorigen gemacht,

Digitized by Google

am Vorderrand der Orbita, durch das Praefontale. Dieser perichondrostotische Knochen bildet die oberste äusserste Schädelwand, mit seinem oberen Theile grenzt er an das Frontale.

In der Mitte der Unterseite der Basis finden wir das schmale Parasphenoid, das mit einem vertikalen Kamme in den Knorpel hineinragt. An seiner unteren Fläche wird es bereits vom hinteren Theil des gezähnelten Vomer's bedeckt.

Die grosse centrale Höhle auf diesem Schnitte bildet der durchschnittene blind endigende vordere Augenmuskelkanal, worin die musculi obliqui sich im Knorpel der Schnauze noch eine Strecke weit fortsetzen.

Zu jeder Seite dieser centralen Höhle sind 2 kleinere Oeffnungen zu bemerken, die wahrscheinlich Nerven für die Riechgrube durchtreten lassen (nicht die Olfatorii.) Wir haben uns also überzeugen können dass die Hechtschädelknochen *eine gemischte en-* und *perichondrostotische Natur* besitzen, und das vor dem Occ. lat. und Petr. der *enchondrostotische Theil* in der Umgebung des Nervenloches liegt. Es bleibt noch zu beweisen, dass am nicht ausgewachsenen Hechtschädel der *perichondrostotische Zustand* dem *enchondrostotischen vorausgeht*, der sich nur bildet wenn der Knorpel durch perichondrostotische Lamellen umwachsen worden ist.

---

§ 3. Der unausgewachsene Hechtschädel.

Das Studium des ausgewachsenen Hechtschädels hat uns also überzeugt, dass seine Knochen eine ganz eigenthümliche Structur besitzen, dass nicht bloss, wie schon früher bekannt, Knorpel sich *zwischen* den einzelnen Knochen erhält, sondern dass sich *in jedem Knochen* noch bedeutende Knorpelreste befinden, wodurch die Elemente des Hechtschädels eine gemischte *en-* und *perichondrostotische Natur* erlangen.

Die Untersuchung des unausgewachsenen Schädels wird uns nun zeigen, dass von den beiden erwähnten Zuständen der *perichondrostotische der ältere ist*, und dass der *spätere enchondrostotische* von einem *früheren* perichondrostotischen abzuleiten ist.

Unglücklicher Weide hatte ich nur zwei junge Schädel, welche

Digitized by Google

vom Hinterrand des Occ. bas., bis zur Vomerspitze 3,5cm massen, also nicht einmal sehr jung waren, zur Verfügung.

Die Schnitte sind so viel wie möglich an den, dem älteren Schädel entsprechenden Stellen gemacht.

Der erste Schnitt ist etwas vor dem Vagus-Loch gemacht, und merkwürdig durch das *ganzliche Fehlen von enchondrostotischen Knochen.*

Die centrale Höhle repräsentirt die Schädelhöhle; zu jeder Seite davon findet sich eine Oeffnung, der gemeinschaftliche Anfang des Canalis semic. ext. und post. Endlich lateral von dieser Oeffnung sehen wir den länglichen Durchschnitt des can. semic. ext. Zu jeder Seite des occ. sup. finden wir den durschnittenen hinteren halbkreisförmigen Kanal.

Es entspricht der Knorpel mit z angedeutet, der hier die centrale Schädelhöhle umgibt, dem enchondrostotischen Knochen der beim ausgewachsenen Schädel die Hinterwand der eigentlichen Schädelhöhle bildet und auf Fig. 3 ebenfalls mit z angegeben is. Hier finden wir also perichondrostotische Knochen an der Stelle wo sich später enchondrostotische bilden. Das occ. lat. ist hier durch 3 perichondrostotische Lamellen repräsentirt. Die eine bekleidet die laterale Wand der Schädelhöhle, die zweite die Unterseite des gemeinschaftlichen Anfangs von can. semic. ext. und post; die dritte überdeckt die äusere Schädelwand. Ueber diesen letztern befindet sich äusserlich das Squamosum das zur *lateralen* Wand des can. semic. ext. einen perichondrostotischen Theil abschickt und einen Schleimkanal umschliesst.

Das occ. ext. wird auch durch 2 perichondrostotische Theile gebildet, einen an der Aussenwand des Schädels, einen an der lateralen Wand des can. semic. ext.

Dass sowohl von dem can. semic. ext. als von dem can. semic. post. nur die laterale Wand einen perichondrondrostotischen Knochen besitzt, ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Verknöcherung von der *Aussenwand* des Schädels nach *Innen* fortschreitet.

Das occ. sup. verhält sich wie beim ausgewachsenen Schädel.

Das occ. basilare zeigt eine sehr deutliche Wirbelnatur, da es noch das für die Hechtwirbel sehr characteristische *Knorpel*kreuz besitzt. Sein Centrum wird von der Chorda eingenommen. Die Querschnitte der Gehörkanäle sind verhältniszmässig viel grösser wie beim ausgewachsenen Schädel.

Digitized by Google

Der zweite Schnitt is durch das Facialisloch geführt; die einfache Vergleichung mit dem gleichen Schnitt am vorigen Schädel genügt, um deutlich zu machen, dass auch hier gerade an der unteren Seite des Foramens der perichondrostotische Zustand vorherrscht.

Der dritte Schnitt hat viel Aehnlichkeit mit dem am ausgewachsenen Schädel durch die Trigeminus-Oeffnung geführten. Nur an der lateralen Wand des Augenmuskelkanales ist der Knorpel umfangreicher und grenzt näher an das Nervenloch.

Der vierte Schnitt ist von dem Trigeminusloch gemacht. Ein knöchernes Alisphenoid konnte ich noch nicht finden. Es ist sehr möglich dass das Alisphenoid später als das Petrosum und Occ. laterale verknöchert; bei der geringen Zahl der Hechtschädel, die ich besass, will ich es nicht wagen die Sache jetzt schon als ganz feststehend darzustellen.

Der Stiel des Paraspenoids ist knorpelig, die horizontalen Flügel aber sind bereits enchondrostotisch. Beiläufig können wir aus diesem Schädel sehliessen:

1°. dass sich *beim Hecht*, *enchondrostotischer* Knochen aus perichondrostotischem entwickelt.

2°. dass beim Occipitale laterale und Petrosum wo wir enchondrostotischen Knochen fanden, dieser sich nur bildet, wenn der Knochen durch das Nervenloch auch schon ins Innere des Schädels getreten ist, so dass der Knorpel von perichondrostotischem Knochen umgeben ist.

Um zu bestimmen ob das Squam. sich wirklich enchondrostotisch entwickelt oder ob die mächtigere Knochen-Entwickelung an seiner hinteren Spitze nur auf Rechnung von periostaler Bildung zu schreiben ist, dazu bedarf es noch einer weiteren Untersuchung.

3°. Occ. lat., sup. und ext., Squamosum, Petrosum und Alisphenoid besitzen beim Hecht lebenslang eine gemischte en- und perichondrostotische Natur.

Bezüglich des Occ. sup., Occ. ext. und Squamosum müssen wir annehmen, dass sie an der dünnsten Stelle der Schädelwand den Knorpel durchbrechen und die Innenseite der halbkreisförmigen Kanäle bekleiden. Für das Occ. ext. und das Squamosum liegt diese Stelle an der äussersten Spitse des Knochens. Es ist möglich dass sich, durch abgekürzte Vererbung, jetzt sofort in der knorpeligen

Digitized by Google

Spitze auf welcher sich diese Knochen entwickelen ein *enchondrostotischer* Kern bildet; es ist auch möglich dass man ein jüngeres Stadium finde, worin die genannten Knochen noch rein *perichondrostotisch* sind; jüngere Stadien werden dies entscheiden. Da, wie wir später beim nicht ausgewachsenen Lachsschädel sehen werden, das Squam., Occ. ext. und Occ. sup. sich beim Lachs anfänglich an der *Aussenseite* des Schädels entwickelen und später in den halbkreisförmigen Kanälen sich ausbreiten, und da ferner die anderen Schädelknochen uns kein Beispiel einer selbständigen Knochenbildung an der Innenseite des Schädels darbieten, so kann ich auch für den Hecht die Bildung von selbständigen Verknöcherungen im Inneren der halbkreisförmigen Kanäle nicht annehmen.

---

§ 4. Der ausgewachsene Lachsschädel.

Es bleibt uns noch übrig unsere Befunde beim Hechtschädel auch für andere Fische nachzuweisen.

Der Hechtschädel beharrt durch die *gemischt en- und perichondrostotische Natur* seiner Knochen *lebenslang in* einem *embryonalen Stadium*. Um also eine allgemeine perichondrostotische Entstehung der Fischschädelknochen zu beweisen müsste man dieselbe auch, wenn möglich, für einer solchen Schädel nachweisen der im ausgewachsenen Zustand *enchondrostotische* Knochen besitzt.

Dies ist nun beim ausgewachsenen Lachsschädel, wie uns die Querschnitte zeigen werden, der Fall. Auf einem vertikalen durch das Vagus-Loch gemachten Querschnitt, Fig. 15, können wir uns sofort überzeugen, dass sich wirkliche enchondrostotische Knochen gebildet haben. Das Occ. lat. ist jetzt in seiner ganzen Ausdehnung knöchern, und nur durch einen kleinen Knorpelrest vom Squamosum getrennt. Eine mächtige Knorpelschicht dagegen trennt das Occ. lat. vom Occ. ext. und Occ. sup. Diese Schicht ist so mächtig dass das Occ. ext. nicht einmal bis zum Can. semicirc. ext. reicht, sondern dieser verläuft unmittelbar unter dem Occ. sup. Unter dem Squam., und Occ. lat. liegt das Intercalare als ein dünner Knochen an der Aussenwand des Schädels. Wenn man dieses Bild in Ver-

Digitized by Google

bindung bringt mit einem horizontalen Schnitt durch das Intercalare, Fig. 36, so wird es noch deutlicher, dass das Intercalare, selber auf Knochen (auf dem Squam. und occ. lat.) liegend, keine functionelle Beziehung zu irgend einem der halbkreisförmigen Kanäle besitzen kann. Das Occ. ext. ist hier fast in Verhältniss zum Knorpel *perichondrostotisch* zu nennen.

Das Occ. sup. ist sehr massiv, das Occ. basilare ist an seiner Unterseite ausgehöhlt und bildet mit dem Parasphenoid den hintern Theil des Augenmuskelkanales.

Die Hauptsache ist also für uns, dass sich zwar noch viel Knorpel erhalten hat, dass er aber nur *zwischen*, nicht mehr *in* den Knochen tritt wie beim Hecht; die Knochen sind beim Lachs also *enchondrostotisch*.

Auch an seiner vorderen Grenze behält das Occ. lat. seine enchondrostotische Natur, wie uns ein zweiter Schnitt, Fig. 16, durch den Voderrand des Occ. lat. lehrt.

Zwischen dem Occ. sup. und den beiden Occ. ext. welche das Schädeldach bilden erstreckt sich noch immer eine bedeutende Knorpelmasse. Perspectivisch ist im Hintergrund die Hervorragung des Occ. lat. gezeichnet durch welche der Can. semic. post. unter dem Occ. sup. in die Schädelhöhle mündet.

An der Basis und an der Aussenseite dieser Hervorragung sehen wir den gemeinschaftlichen Anfang des Can. semic. post. und ext. Das squam. wird vom Can. semic. ext. durchbohrt. Zwischen dem Occ. lat. und dem squam. befindet sich ein kleiner Knorpelrest, ebenso zwischen dem Occ. basil. und Occ. lat. Der Anfang der Grube für das Vestibulum zeigt sich auf diesem Schnitt als ein schmaler, mit seiner concaven Seite nach der Grenze der beiden Occ. lat. gekehrte, Schlitz. Auf diesem Bilde bezeichnen die Buchstaben die entsprechenden Stellen auf Fig. 3.

So wie beim Hecht habe ich dann den dritten Schnitt, 1,5 *mm.* von der vorigen Fig. 17 durch den Hinterrand des Petrosum geführt. Dieser Knochen ist hier auch enchondrostotisch.

An der Innenseite des Schädels deutet eine durch ein * bezeichnete Stelle den Platz an, wo der Can. semic. ext. in die Schädelhöhle mündet.

Knorpel findet sich zwischen dem Petrosum und dem perichon-

Digitized by Google

drostotischen Squamosum', unter den Frontalia und zu jeder Seite in der lateralen Wand des Augenmuskelkanales. Ueberdeckt durch das Petrosum und das Parasphenoid.

Der vierte Schnitt, Fig. 18, ist durch das perspectivisch gezeichnete Facialis-Loch gemacht, 4 *mm.* vor dem vorigen. Der Facialis geht durch das Petrosum, dieser Knochen ist durch Knorpel von dem enchondrostotischen Postfrontale getrennt. Auch hier sind die Knochen enchondrostotisch. Knorpelreste sind erhalten am Schädeldach, unter den Frontalia und an der Schädelbasis, in der lateralen Wand des Augenmuskelkanales.

Der fünfte Schnitt, 1 *cm.* vor dem vorigen, Fig. 19, zeigt ein etwas anderes Bild, weil sich die Schädelhöhle nach vorn zu verengert, und jederseits von den Alisphenoidea begrenzt wird. Ueber und lateral von der centralen Höhle sehen wir zu jeder Seite eine Oeffnung, das durchschnittene Ende einer seitlichen Ausbuchtung der Schädelhöhle. In dieser Schnittebene erscheint diese Ausbuchtung noch als Oeffnung, im höchsten Schnitt endigt sie blind. Auch finden wir hier das sogenannte Basisphenoid wieder, dessen horizontale Flügel bis zu dem knöchernen Alisphenoid reichen; die Basis des Basisphenoid wird durch Knorpel vom Paraspenoid getrennt.

Die Knochen sind enchondrostotisch.

Ein Durchschnitt durch das Praefrontale giebt im Ganzen ein ähnliches Bild, wie beim Hecht, das Praefrontale ist *perichondrostotisch.* Durch diese Schnitte ist jedenfalls sicher gestellt, das der Lachsschädel zumeist enchondrostotische Knochen enthält. Wir können also zur Untersuchung der Lachsembryonen schreiten. Im dritten Abschnitt findet sich eine Beschreibung des Lachschädels welche zur Orientirung in den Querschnitten dienen kann.

---

§ 5. Der nicht ausgewachsene Lachsschädel.

Die noch nicht ausgewachsenen Lachse, deren Schädel ich jetzt beschreiben will, massen von der Schnauze bis zum Ende der Schwanzflosse gemessen 2,7 cm. Um die Anfänge der Verknöcherung deutlich sehen zu können, habe ich die Schädel erst in Carmin gelegt, und

Digitized by Google

darnach in eine sehr schwache Lösung von Höllenstein, wodurch sich der Knochen erst gelb dann schwarz färbt, während der Knorpel, roth gefärbt durch die Carminlösung, durch die Höllensteinlösung nicht angegriffen wird so lange er von Kalk frei ist. Bei einer Profil-Ansicht des Schädels von Aussen (Fig. 37) sieht man folgende Verknöcherungen. Erstens an der Schädelbasis einen knöchernen Vomer und Parasphenoid. In der seitlichen Schädelwand ein Occ. lat., um das Vagusloch; und nach vorn, vom Occ. lat. durch eine grosse knorpelige Strecke getrennt, das Petrosum, um das Facialisloch gelagert. Parallel mit dem Parasphenoid sieht man am unteren hinteren Schädeltheil das Occ. basilare. In dem erwähnten Knorpel zwischen Occ. lat. und Petrosum befindet sich eine Oeffnung deren Zweck ich nicht kenne; sie liegt etwas tiefer wie das Vagusloch in der zur Bergung des Vestibulums nach aussen gewölbten knorpepeligen Schädelwand. Occ. lat. und Petrosum sind hier durch einen verhältnissmässig viel grösseren knorpeligen Zwischenraum getrennt als später.

Es sind sämmtliche Verhältnisse der verschiedenen Schädelabschnitte am embryonalen Lachsschädel anders wie am erwachsenen.

Am embryonalen Schädel verhält sich die Länge der Schnauze sammt Orbita (vom Vorderrand des Vomer bis zum Vorderrand des Petrosum gemessen) zur Länge des übrigen hinteren Schädeltheiles wie $1^2/_5$ zu 1. Beim erwachsenen Schädel verhält sich die Länge von Schnauze sammt Orbita zum übrigen Schädel wie 2 zu 1.

Der *hintere Schädelabschnitt* (vom Vorderrand des Petrosum bis zum Hinterrand des Occ. basilare) *beim nicht ausgewachsenen Schädel ist also* 1,4 *mal länger*, wie beim erwachsenen Schädel. Ueber dem Petrosum liegt an dem obersten hinteren Rand der Orbita, dicht unter dem Frontale, ein schmaler knöcherner Streif woraus sich später das sogenannte Alisphenoid entwickelt. Dieser Streif liegt auf der Grenze wischen dem knorpeligen und membranösen Interorbitalseptum. Das letztere ist noch gar nicht so entwickelt wie beim erwachsenen Lachs, sondern est ist *gänzlich membranös*. In die obere vordere Ecke der Orbita ragt der Hinterrand der knorpeligen Schnauze hinein und an der Basis der Orbita befindet sich über dem Vomer und Parasphenoid ein unpaarer schmaler knorpeliger Streif, der sich bis zur Schnauze ausdehnt. Es entsteht dieser un-

Digitized by Google

paare Abschnitt aus der Vereinigung zweier Knorpelstreifen, die durch die laterale Schädelwand jederseits abgegeben werden und sich am Vorderrand des hinteren Schädeltheils vereinigen, es sind dies die sogenannten Schädelfalten.

Auch die Länge der Orbita ist im Verhältniss zum übrigen Schädel bei nicht ausgewachsenen grösser, da der grösste Längsdurchmesser der Orbita bei dem vorliegenden Stadium 2,5$^{mm.}$ war, während die Schnauze nur ein Millimeter mass. Bei einem ausgewachsenen Schädel wo die Schnauze 4$^{cm.}$ lang war, betrug der grösste Längsdurchmesser der Orbita nur 3$^{cm.}$; die Orbita ist *beim nicht ausgewachsenen* also im Verhältniss $3\,^1/_3$ *mal grösser* wie beim *erwachsenen*. Da alle Sinnesorgane beim Embryo in Verhältnisz zum ausgewachsenen Zustand grösser sind, so ist es natürlich, dass die Orbita welche das Auge umschliesst, und der hintere Abschnitt des Schädels, der das Gehörorgan beherbergt, bei Embryonen auch verhältniszmässig grösser sind.

Basisphenoid und Praesphenoid sind noch nicht vorhanden. Am Schnauzentheil ist das Praefrontale schon durch einen Kern angedeutet. Der vordere knorpelige Augenmuskelkanal ist schon gebildet.

Im Schädeldach findet man folgende Verknöcherungen: am oberen hinteren Schädelrand das Occ. ext. welches bei der Profilansicht das Occ. superius bedeckt. Vor dem Occ. ext. das Parietale und davor das sehr grosse Frontale das bis zum vordern Rand der Orbita reicht. Ein wenig über und vor dem Occ. lat. liegt das hervorragende Squamosum, das sich nach vorn in einen knöchernen Schleimkanal fortsetzt. Unter dem Squamosum biegt sich die knorpelige Gelenkfläche für das Hyomandibulare dem Petrosum zu.

Ueber dem Petrosum findet sich noch viel Knorpel, in dessen Mitte ein kleiner Kern das spätere Frontale posterius andeutet. Gehen wir jetzt zur Betrachtung der Querschnitte an einem Schädel vom nämlichen Stadium über, so erinnert uns schon der 1ste Schnitt Fig. 38 lebhaft an die beim Hecht gefundenen Verhältnisse. Wir finden nämlich an diesem Schnitt, der durch das Foramen occipitale hinter dem Vagusloch geführt ist, das Occ. lat. durch einen *äusseren* und *inneren perichondrostotischen* Theil repräsentirt. Der zweite Schnitt Fig. 39 durch das Vagusloch geführt zeigt uns den fast vollständigen Primordial-Schädel, an dem beinahe nur *pe-*

Digitized by Google

richondrostotische Knochen vorkommen. Die einzige enchondrostotische Stelle liegt unmittelbar über dem Vagusloch. An der Schädelbasis finden wir die Chorda von einer Knochenlamelle umgeben, dem Anfang des Occ. basilare. An dem lateralen Ende der Knorpelmasse, die sich jederseits der Chorda ausbreitet, finden wir einen perichondrostotischen Knochen der zum Occ. lat. gehört; er bildet die mediale Wand des Vagusloches; der laterale Rand dieser Oeffnung wo die Schädelwand am dünnsten ist, wird, wie erwähnt, von der einzigen enchondrostotischen Stelle des Schädels gebildet. Wir finden hier also, ganz genau wie beim Hecht, für das Occ. lat. eine gemischte en- und perichondrostotische Natur.

Das Occ. externum ist auf diesem Schnitt perichondrostotisch, ebenso das Occ. sup., das aber an einer Stelle schon die Schädelwand durchsetzt hat. Dieser Schnitt aber hat den Knochen mehr peripherisch getroffen und darum erscheint er hier perichondrostotisch. Medianwärts vom Vagusloch reicht ein knöchernes Säulchen von der Schädelbasis bis zum knorpeligen Schädeldach; dieses Säulchen das durch Lamellen des Occ. lat. gebildet wird, entspricht dem Knochen, der beim Hecht die Hinterwand der eigentlichen Schädelhöhle bildet. Beim nicht ausgewachsenen Hecht befindet sich an dieser Stelle Knorpel, beim nicht ausgewachsenen Lachs bildet sich Knochen ohne knorpelige Anlage.

Der dritte Schnitt, Fig. 40, ist auch noch durch das Occ. lat., aber vor dem Vagusloch, gemacht. Die Chorda ist immer noch von Knochenlamellen des Occ. basilare umgeben. Das Occ. lat. hat einen enchondrostotischen Kern, wird aber an seiner Peripherie perichondrostotisch. Squamosum, Parietale und Occ. sup. sind ebenfalls alle perichondrostotisch.

Der vierte Schnitt, Fig. 41, geht durch den Knorpel zwischen Occ. lat. und Petrosum. Die Chorda endigt hier in einer knöchernen Spitze, mitten in der Schädelbasis. Das Occ. bas. ist an einer Stelle schon enchondrostotisch. Das Squam. umschliesst noch nicht den Can. semicirc. ext. wie beim ausgewachsenen, sondern liegt nur perichondrostotisch dem Schädel auf. Es hängt hier mit einem Schleimkanal zusammen, wie beim Hecht erstreckt sich dieser Schleimkanal ziemlich weit nach vorn über den Schädel, wie wir bei der Profilansicht sahen. Der Augenmuskelkanal fängt auf diesem

Digitized by Google

Schnitt eben erst an, reicht also beim unausgewachsenen nicht so weit nach hinten wie beim ausgewachsenen, wo er bis zum Hinterrand des Occ. basilare sich erstreckt. Die knöchernen Frontale bilden das Schädeldach.

Der fünfte Schnitt, Fig 42, geht durch den Hinterrand des Petrosum. Dieser Knochen besteht aus einer inneren und äusseren perichondrostotischen Lamelle, verhält sich also wie das Occ. lat. an seinem Hinterende. Der Augenmuskelkanal ist bedeutend grösser geworden. Auch der Schleimkanal ist noch sichtbar.

Der letzte Schnitt, Fig. 43, ist durch das Facialisloch geführt. Die Oeffnung welche man in der lateralen Schädelwand sieht ist der Durchschnitt des Kanales zwischen Facialis und Trigeminus gerade so wie beim Hecht. Diese Oeffnung ist von perichondrostotischen Knochen umgeben. Eine Lamelle dieses Knochens bildet das Dach für den Augenmuskelkanal, der hier schon ziemlich bedeutend aber immer noch verhältniszmässig kleiner ist wie beim ausgewachsenen.

Ich habe auf Querschnitten durch diese Region kein knorpeliges Basisphenoid finden können, ich muss also annehmen, dass es sich später bildet, ebenso wie das Praesphenoid.

Ueber diese beiden Knochen habe ich Auskunft gefunden in dem nächsten Stadium, von 3,7cm., vom Vorderrand der Schnauze bis zum Ende der Schwanzflosse gemessen. Bei diesem Stadium zeigen sich in dem Interorbital-Septum zwei Verknöcherungen, die ungefähr die Gestalt eines griechischen r haben. Sie liegen wie gesagt im membranösen Interorbital-Septum. Da beide Hälften schon Knöchern waren, konnte ich nicht bestimmen ob sie noch ein knorpeliges Vorstadium besitzen. Beim ausgewachsenen Schädel stützt sich die Basis des Basisphenoids auf Knorpel, doch daraus darf man nicht schliessen dass darum der ganze Stiel des Basisphenoids knorpelig präformirt gewesen sein musz; diese Verbindung kann sehr gut eine spätere Bildung sein. Dafür spricht das Factum dass alle Knorpel welche sich unten im ausgewachsenen Interorbital-Septum finden, wie dieses Stadium zeigt, durch Hervorwachsen des vorher erwähnten Knorpelstreifs gebildet werden; dieser Knorpelstreif war die Fortsetzung der unteren Schädelbalkens.

Das Orbitosphenoid liegt in der vorderen oberen Ecke der Orbita,

Digitized by Google

es ist an seinem Vorderrand ausgeschnitten, dort wo der Olfactorius durchtritt. Nach hinten dehnt es sich in dem mebranösen Interorbital-Septum aus. Es hat noch nicht seine späteren Dimensionen erreicht, sondern ist durch eine grosse membranöse Lücke vom Alisphenoid, an welches es im ausgewachsenen Zustand grenzt, getrennt. Das Orbitosphenoid bildet sich also direct in der Membran. Wir haben also nachgewiesen dass am nicht ausgewachsenen Lachsschädel die Knochen noch die nämliche gemischte *en-* und *peri-chondrostotische Natur* besitzen, welche beim *Hecht zeitlebens* bestehen bleibt; während der ausgewachsene Lachs uns zeigte dass seine Knochen vollständig *enchondrostotisch* sind, so dass sich der Knorpel nur zwischen den Knochen erhält, und dadurch zum fortdauernden Wachsthum des Schädels beiträgt.

Von das Occ. lat. und Petr. fanden wir sowohl beim unausgewachsenen Hecht wie beim unausgewachsenen Lachs, dass eine Knochenlamelle in der Umgebung des Nervenloches für Vagus und Facialis, die Innen- und Aussenseite der Schädelwand bedeckt. Ist der Knorpel von der perichondrostotischen Lamelle umwachsen so fängt die enchondrostotische Knochenbildung an und schreitet centrifugal von dem Nervenloch bis zur Peripherie des Knochens fort. Auf diese Art lässt sich die Bildung des Occ. lat. und des Petr. so zu sagen mechanisch durch das Hineinwachsen einer Knochenlamelle durch das Nervenloch erklären. Freilich habe ich kein Stadium wahrgenommen in welchem das Occ. lat. und das Petr. bloss als Verknöcherung an der Aussenseite des Schädels vorhanden gewesen wären. Aber das macht keine Schwierigkeit, denn da ich erstens keine Zwischenstufen zwischen den Stadien von 1,9$^{cm.}$ und 2,7$^{cm.}$ besasz, so kann es sehr wohl der Fall sein, dass die fragliche Bildung bei einem der mangelnden Stadien vorhanden ist. Zweitens ist es auch sehr gut möglich dass, in Folge des Processes der abgekürzten Vererbung, sich der Knochen sofort als eine äussere und innere Lamelle bildet. Die *Hauptsache* hat uns doch das Stadium des nicht ausgewachsenen Lachses von 2,7$^{cm.}$ gelehrt, nämlich: dass die *perichondrostotische Ossification* der *enchondrostotischen vorausgeht*, dass also diese beiden Formen von Verknöcherung in *genetischen* Zusammenhang stehen, und (wie Gegenbaur schon in seinen "Grundzüge der vergleichenden Anatomie" gesagt hat)

Digitized by Google

verschiedene *Entwickelungs-Zustände* des Ossifications-Processes darstellen. Einen zweiten Beweis dafür dass die *perichondrostotischen* Knochen älter sind wie die *enchondrostotischen* hat mir das jüngste von mir untersuchte Lachsstadium geliefert. Dies war nämlich ein unausgewachsener Lachs von circa 1,9cm. Körperlänge der noch einen grossen Dottersack besass. Die einzigen deutlichen Knochen waren hier das Frontale und das Parasphenoid. Um die Chorda herum, und in der Umgebung des Vagus- und Facialis-Loches hatte sich zwar schon eine durchscheinende Lamelle auf dem Knorpel gebildet, aber von Verknöcherung konnte hier noch nicht die Rede sein während das Frontale und das Parasphenoid sich in Höllenstein-Lösung deutlich schwarz färbten.

Schliesslich muss ich noch bemerken dass das Lachsstadium von 2,7cm. mit Ausnahme des Basisphenoid die nämlichen Knochen besitzt wie der ausgewachse Hechtschädel; während das Orbitosphenoid, das sich zwar am ausgewachsenen Lachsschädel, nicht aber am ausgewachsenen Hechtschädel vorfindet, sich beim Lachs noch später bildet; bei einem Individuum von 3,7cm. Körperlänge fand sich nur erst die Anlage derselben. Auch der hintere Augenmuskelkanal gehört nicht zum Primordialschädel, aber wie uns sein geringerer Umfang im unausgewachsenen Zustande zeigt, nimmt er in Uebereinstimmung mit dem Wachsthum der Augenmuskeln später an Grösse zu.

---

§ 6. Schluss und Recapitulation.

Der Fischschädel ist ursprünglich ein knorpeliges Continuum.

Diese Bemerkung muss ich voraus schicken, weil sie bisjetzt zwar bekannt, aber, bei der Betrachtung des knöchernen Schädels, gewöhnlich wieder aus dem Auge gelassen wird.

1. Bestimmte Knochen, von Hautknochen abzuleiten, sind durch Anpassung und Vererbung in eine constante Beziehung zum knorpeligen Schädel getreten.

Zu den ältesten dieser Knochen gehören das Frontale und das Parasphenoid, zwei Knochen welche bei Teleostiern immer auch

Digitized by Google

noch in sehr lockerer Verbindung mit dem Schädel bleiben.

Beim Hecht ist das Frontale von vielen Schleimkanälen durchbohrt, wenn wir also beim Hecht, wo sich ein knorpeliges Schädeldach erhält nach einer Function des Frontale fragen, so bleibt keine andere Antwort übrig als die, dass die Frontalia das System der Schleimkanäle beschützen. Beim Hecht ist also die Beziehung des Frontale zum Schädel eine viel lockerere wie bei solchen Teleostiern wo das knorpelige Schädeldach verschwunden ist.

Das Parasphenoid kann beim Hecht auch ohne dass eine Zerstörung der eigentlichen Schädelhöhle stattfindet abgelöst werden.

Diese beiden Gebilde welche, nach ihrer Ontogenie zu schliessen auch *phylogenetisch* die ältesten Knochen sind, beharren, im Uebergangsstadium, zwisschen Integument- und Schädelknochen.

Das Parasphenoid trägt auch bisweilen Zähne.

In constanter Beziehung zu dem Vagus- und zu dem Facialis-Loch stehen das Occ. lat und das Petrosum. Die enchondrostotische Natur dieser Knochen ist aus der Anwesenheit des Nervenloches zu erklären.

3. Das Auftreten der Hinterhaupts-Knochen des Fischschädels, nämlich des Occ. ext, Occ. sup, und Squamosum, lässt sich noch von einer anderen Seite betrachten. Am Hinterhaupt der Fische kommen immer 5 Hervorragungen und 4 dazwischen liegende Vertiefungen oder Gruben vor; der Grad der Ausbildung ist unendlich verschieden, doch die Zahl ist constant. Den medianen unpaaren Fortsatz bildet das Occ. sup, jederseits davon erhebt sich das Occ. ext; die beiden lateralen Spitzen endlich bilden die Squamosa. An disen Knochenspitzen und über das Schädeldach hinaus, in den Gruben zwischen den erwähnten Knochen, heften sich überall mächtige Muskeln an; sowohl vom Rumpfe als vom Schulterapparat, der ja eng mit dem Schädel verbunden ist.

Nun ist es eine bekannte Thatsache dass an der Angriffstelle von starken Muskeln auch die Fähigkeit der betreffenden Skelettheile, dem auf sie ausgeübten Zuge Widerstand zu leisten, sich erhöht. Dies geschicht durch Bildung von Vorsprüngen, Höckern etc, sogar von discret auftretenden Knochenkernen. Durch einen derartigen Vorgang möchte ich mir nun die Knochenbildung am Hinterhaupt der Teleostier bedingt denken. Für diese Ansicht spricht:

Digitized by Google

1°. die Bildung dieser Knochen als Kerne gerade an der Spitze der entsprechenden in ihren übrigen Theilen noch knorpeligen Schädelvorsprünge.

2°. die Abwesenheit der Stacheln und Kämme beim nicht ausgewachsenen Schaedel die im ausgewachsenen Zustand durch Verknöcherung der Sehnen sich weiter bilden.

3°. die *perichondrostotische* Ertstehung dieser Knochen bei Embryonen. Für die Bildung enchondrostotischer Knochen an diesen Stellen können die halbkreisförmigen Kanäle nicht ohne Einfluss gewesen sein. Die Entwickelung des Gehörorganes ist für die Lebenssicherheit des Thieres offenbar von Bedeutung. Es haben also die vorher beschriebenen Modificationen des Hinterhauptes in Anpassung an die Muskulatur nur so weit gehen können dass sie die nothwendige Grösse des Gehörorganes nicht beeinträchtigten. Da wo sich im Occ. ext und im Squam. der halbkreisförmige Kanal gleich unter der Spitze umbiegt wird die Schädelwand am dünnsten, folglich eine Durchbrechung des Knorpels durch Knochen am leichtesten gewesen sein.

Beim nicht ausgewachsenen Hecht und Lachs haben wir den vorderen Theil des Squam. in Zusammenhang mit einem Schleimkanal gefunden. Hierin ist vielleicht eine Andeutung der Entwickelung des Squamosum aus einem Integument-Knochen zu sehen.

4. Ueber das Basisphnoid kann ich nichts Allgemeines feststellen, bis durch Untersuchung eines jüngeren Hecht-Stadium's ausgemacht ist ob bei diesem Fische der genannte Knochen auch bereits keinen Theil des Primordialcraniums mehr bildet wie beim Lachs. Ist dieses letztere der Fall so wird man kaum noch irgend eine Homologie, zwischen diesem Knochen bei Fischen und dem gleichnamigen bei Säugethieren, aufrecht halten können.

5. Ebenso steht es mit dem sogenannten Ali- und Orbitosphenoid. Ihre An- und Abwesenheit bei Fischen hängt wahrscheinlich mit dem Verhältnisz zwisschen einer grösseren oder geringeren Ausdehnung der Augäpfel, und der totalen Breite der Schnauze zusammen. Ohne viele Messungen läszt sich dieses aber nicht bestimmt behaupten.

Es bleibt also Verschiedenes noch zur näheren Untersuchung am Fischschädel übrig, nur den allgemeinen Grundsatz hoffe ich

Digitized by Google

genügend beleuchtet zu haben: die perichondrostotische Knochenbildung ist älter wie die enchondrostotische; mechanische Ursachen: Oeffnungen im Knorpel, Vorsprünge etc haben bewirkt, dass perichondrostotische Ossifikationen sich in enchondrostotische umwandelten.

Der Satz, dass die perichondrostotische Verknöcherung die ältere ist wird noch, ausser durch die Entwickelungsgeschichte des Individuums, wie wir beim nicht ausgewachsenen Lachs und Hecht sahen bestätigt durch die Entwickelungsgeschichte des Fischstammes, die uns lehrt, dass die Selachier, welche aus anderen anatomischen Gründen als die tiefststehende Gruppe anzusehen sind, nur Verkalkung und noch keinen Knochen am Schädel zeigen, während die Hautknochen bereits bei den fossilen Ganoiden eine reiche Ausbildung bezitzen.

Zum Schluss muss ich nochmals betonen dass man in den Namen Basi-, Ali- und Orbitosphenoid gar keine Homologie mit den gleichnamigen Knochen am Säugethierschädel suchen darf. Bei den Säugethieren gehören die genannten Knochen zum Primordialcranium, sind knorpelig praeformirt und fehlen fast nie, bei den Teleostei sind es inconstante Knochen (man vergleiche die Tabelle am Ende des Buches) die bei nahe verwandten Arten fehlen und wie wir beim nausgewachsenen Lachs sahen in Bindegewebe sich bilden können. Es ist uebrigens auch schon von vorneherein eine absolute Homologie aller Theile des Telostier und des so kolossal weit davon entfernten Säugethierschädels gar nicht zu erwarten.

Viele von solchen Namen die Homologien zwischen dem Teleostier- und Säugethier-Schädel ausdrücken, stammen noch aus der Zeit der Wirbeltheorie wo man beide Schädel von einem gemeinsamen Wilbertypus ableiten wollte. (Man vergleiche die Synonymie.) Eine morphologische Begründung der Homologie der Fisch Schädelknochen lag ausserhalb unserer jetzigen Untersuchung, welche sich zum Zweck gestellt hat, am Schädel der Teleostei nachzuweisen, dass die bis jetzt gebräuchliche Nomenclatur von *primären* und *secundären* Knochen *falsch* ist; während die verschiedenen Phasen der Verknöcherung am unausgewachsenen Hecht- und Lachs-Schädel uns die Grundlage lieferten zu dem Versuch, eine *Erklärung der Bildung primärer* und *secundären* Knochen zu geben; — ein

Digitized by Google

Versuch der vielleicht in Vieler Augen gewagt erscheinen mag, aber jedenfalls, wenn auch mangelhaft, vom *wissenschaftlichen* Standpunct zu vertheidigen ist, da er zu einer eingehenden Prüfung der Thatsachen Veranlassung giebt, während man sich bisher mit der Annahme einer Trennung der Knochen in sogenannte *primäre* und *secundäre* begnügte, ohne sich weiter um ihre Bedeutung zu kümmern.

Digitized by Google

III.

DIE KNOCHEN DES TELEOSTIERSCHÄDELS.

(MIT RÜCKSICHT AUF DIE HUXLEYSCHEN OTICA.)

§ 1. BESCHREIBUNG DES SCHÄDELS EINIGER PHYSOSTOMEN UND GADIDEN.

(MIT EINER TABELLE.)

Obgleich die Untersuchung der Huxleyschen Otica die eigentliche Veranlassung zu dieser Arbeit gab, so wurde ich von selbst während der Praeparation dahin geführt auch den nächstliegenden Schädelknochen eine gewisse Aufmerksamkeit zu schenken. Wie man schon aus der geschichtlichen Einleitung ersehen kann sind die Angaben bezüglich der Zusammensetzung des Fischschädels ziemlich auseinander laufend. HALLMANN in seiner "Vergleichenden Anatomie des Schäfenbeins" und AGASSIZ in der "Anatomie des Salmones" und in seinen "Poissons fossiles" machen ausführliche Angaben, aber eine Vergleichung der Fischschädel untereinander findet man bei ihnen nicht; und doch variirt grade die Zahl der Schädelknochen schon innerhalb der Grenzen einzelner Familien und ist also eine Vergleichung desto nothwendiger. Ich werde darum jetzt die Beschreibung und Abbildung des Schädels der Hauptfamilien der Physostomen und Gadiden folgen lassen, womit ich hoffe die noch herrschende Unsicherheit beseitigen zu können.

Da bereits HUXLEY in seiner "Croonian Lecture (Nov. 1858, Proc. of the R. S. of London Vol. IX, 1859) und in seinen "Elements of comparative Anatomy 1864" die frühere Wirbeltheo-

Digitized by Google

rie gründlich widerlegt hat, worin auch Gegenbaur ihm beistimmt, so habe ich sie in dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt.

Hecht.

Nachdem ich bereits im geschichtlichen Theil die Meinungsverschiedenheiten bezüglich der Anwesenheit eines Cuvier'schen Rocher's am Hechtschädel ausführlich erwähnt habe will ich jetzt selber die Hinterhauptsregion dieses Fisches beschreiben. Die kräftigen Vorsprünge und tiefen Höhlungen die wir am Hinterhaupt des Hechtes antreffen dienen alle zur Insertion für die Muskeln sowohl des Rumpfes als des Schultergürtels. Schon Cuvier hat die fünf karakteristischen Gruben und die vier dazwischen hervorragenden Vorsprünge, die mehr oder weniger entwickelt an jedem Teleostierschädel vorkommen, erwähnt. Die äusserste laterale Spitze bildet das nach hinten stark verlängerte Squamosum.

Darauf folgt eine von den Parietalia überdeckte Grube, welche durch Muskeln gefüllt wird. Das Occ. ext. bildet die nächste mehr mediale Spitze und dient dem Os supraclaviculare, das an dem ganzen medianen Rand dieses Knochens angeheftet ist, zur Insertion. Huxley schreibt diesem Knochen eine functionelle Beziehung zum Gehörorgan zu und nennt ihn *epiotic*. Das Occ. sup. bildet die unpaare mediane Spitze welche beim Hecht nicht sehr kräftig entwickelt ist.

Unter dem Occip. Spp. finden wir die beiden Occ. lateralia (exoccipital) die sich über dem Foramen occipitale sive magnum fast berühren und das Occ. sup. gänzlich von der Begrenzung dieser Oeffnung ausschliessen, welche hauptsächlich durch einen eng mit dem Occ. lat. verwachsenen Wirbelbogen gebildet wird; in seiner Mitte knorpelig besitzt dieser Bogen zu jeder Seite einen Ossificationspunct; vielleicht wird der zu diesem Bogen gehörige Körper durch das Occ. basilare gebildet, dessen Wirbelnatur wir im vorigen Capitel deutlich kennen gelernt haben. Die Occ. lat. ragen nach hinten stark hervor, diese Verlängerung wird aber hauptsächlich durch einen dem Occ. lat. aufsitzenden Knochen, mein Intercalare, (Cuvier's Rocher, opisthotic von Huxley) gebildet.

Digitized by Google

An diesem Knochen inserirt mittelst Ligament der unterste Schenkel des Os supraclaviculare. Sein oberer Rand grenzt an das occ. ext.; vom Squamosum bleibt es durch Knorpel getrennt, medial steigt es mit einer senkrechten Kante herab. An einem Schädel, der von der Vomerspitze bis zum Hinterrand des Occ. basilare 19cm. mass, war es noch beweglich mit dem Occ. lat. verbunden.

Die Occ. lateralia sind mit kleinen Hervorragungen bedeckt. Die Occ. ext. besitzen eine von der Spitze medial zum Occ. sup. verlaufende Leiste, welche zur Muskelinsertion dient. Die Knorpelreste zwischen den verschiedenen Knochen kann man am besten auf der Abbildung übersehen.

Wir können jetzt zur Betrachtung der seitlichen Schädelwand, welche beim Hecht von 3 Knochen gebildet wird, übergehen. (fig. 22.)

Der hinterste vom Nervus vagus und glossopharyngeus durchbohrte Knochen ist das *Occ. lat.* Bei Profilansicht des Schädels erscheint das Intercalare als ein dreieckiger Vorsprung auf dem Occ. lat.

Der zweite Knochen, den ich Petrosum nennen will, wie HALLMANN, zeigt zwei Oeffnungen; durch die hinterste tritt der N. facialis, durch die vordere der Trigeminus. Die beiden Oeffnungen sind durch eine knöcherne Brücke getrennt. Sie sind nicht die wahren Austrittsstellen dieser Nerven aus dem Schädel, sondern erstere liegen hinter der erwähnten Knochenbrücke; über das nähere Verhalten siehe unten. Ueber das Occ. lat. am Hinterende des Schädels erhebt sich das Sqamosum, das den knöchernen Theil der Hyomandibulargelenkfläche bildet.

Ueber dem Petrosum begrenzt das Postfrontale den Hinterrand der Orbita und den Vorderrand der Hyomandibular-Gelenkfläche, deren knorpeliger Theil sich auf das Petrosum stützt.

An der Schädelbasis erstreckt sich von der Vomerspitze bis unter das Occ. basil. das durch HUXLEY sehr richtig vom *Basisphenoid* unterschiedene *Parasphenoid.*

Endlich befindet sich in der oberen hinteren Ecke der Orbita unter dem Postfrontale u. über dem Petrosum, eine Verknöcherung die ich um keine neuen Namen einzuführen *Alisphenoid* nennen werde, ohne aber damit eine Homologie mit dem Alisphenoid an-

Digitized by Google

derer Wirbelthiere ausdrücken zu wollen, aus Gründen, die ich im vorigen Capitel auseinandergesetzt habe.

Das nämliche gilt vom *Basisphenoid*, oder Y-förmigen Knochen, der sich in der Mitte des vorderen Endes des hinteren Augenmuskelkanales erhebt, mit seiner Basis auf dem Parasphenoid ruht und mit seinen horizontalen Flügeln mittelst Ligament mit dem Petrosum und Alisphenoid verbunden ist (s. Fig. 9.)

Noch muss ich an der äusseren Schädelwand eine Grube erwähnen die sich bogenförmig vom Foramen für den Vagus bis zu dem für den Facialis erstreckt. Sie liegt unter dem hervorragenden Hyomandibulargelenk und wird durch Kiemenmuskeln ausgefüllt.

Denkt man sich das Vagus- und das Facialis-Loch durch eine grade Linie verbunden, so is die Schädelwand dieser Linie entlang nach aussen gewölbt zur Bergung des im inneren des Schädels befindlichen Vestibulum mit Otolith.

Die Hyomandibulargelenkfläche besteht aus einem hinteren *knöchernen* horizontalen vom Squamosum gebildeten Theil und einem vorderen knorpeligen, der sich auf das Petrosum stützt; dieses Gelenk nimmt sehr verschiedene Formen an, aber wird bei allen Teleostiern ziemlich constant vom Petrosum und Squamosum gebildet.

Im vorigen Capitel habe ich bereits den hinteren Augenmuskelkanal erwähnt; dieser Kanal dehnt sich wie wir dort bei sehr *jungen* Fischen sahen auch in *späteren* Zeiten noch nach hinten aus. An einem Schädel von 13,5$^{cm.}$ (vom Hinterrand des Occ. bas. zur Vomerspitze) fand ich das hintere Ende des Augenmuskel-kanales von Knorpel umgeben auf einem verticalen Querschnitt der ungefähr *ein* Millimeter vor dem *Glosopharyngeus*-Loch gemacht war. An einem Schädel von 16$^{cm.}$ fand ich das Ende des Augenmuskelkanales auf einem Querschnitt durch das Vagus Loch (s. Fig. 2.)

Eine gleichartige Ausdehnung wie die Musculi recti besitzen die Musculi obliqui des Auges in der knorpeligen Schnauze, fig. 23; schon Arendt hat dies beschrieben. Dieser vordere Augenmuskelkanal ist auf Querschnitten am deutlichsten zu sehen, beim Hecht besitzt er keine Verknöcherung, sondern seine Wände bleiben knorpelig. Wir werden dasselbe Verhältniss auch bei anderen Physostomen wieder finden.

Das Praefrontale bildet den oberen vorderen Rand der Orbita. Die

Digitized by Google

Knochen des Schädeldaches brauchen nicht weiter erwähnt zu werden, da sie ausserhalb unseres jetzigen Themas liegen.

Karpfen (Fig. 24 & 25).

Während der Hechtschädel in die Länge ausgezogen und die Höhe des Schädels im Vergleich zu seiner Länge sehr gering ist, bietet der Karpfenschädel bei einer geringen Länge eine bedeutende Höhe dar. Das Occ. basilare besitzt eine hintere Verlängerung, welche an ihrer Unterseite eine etwas ausgehöhlte Fläche trägt; gegen diese legt sich der untere Schlundknochen des Karpfen an. Das Occ. lat. zeigt bei profiler Ansicht ein sehr grosses Loch für den Vagus. Das Loch für den Glossopharyngens liegt an der *Aussen*wand des Schädels bereits im Petrosum; an der *Innen*wand des Schädels im Occ. laterale durchbohrt es in querer Richtung die Schädelwand und mündet an der Aussenseite wie erwähnt im Petrosum. Das Petrosum zeigt noch eine grosse Oeffnung, die mit dem hinteren der beim Hecht vorkommenden Löcher zu vergleichen ist. Man sieht ein knöchernes Säulchen das wahrscheinlich den Facialis und einen Ast des Trigeminus trennt, durchschimmern.

Den Vordervand des eigentlichen Trigeminus-Loches bildet das Alisphenoid. Dieser Knochen besitzt auch ein kleines Foramen. Der Opticus liegt unter dem Alisphenoid, wie beim Hecht; das Alisphenoid nimmt auch einen geringen Antheil an der Bildung des Hyomandibulargelenkes. Dann finden wir beim Karpfen, der einen sehr vollständigen knöchernen Schädel besitzt, noch ein *Orbitosphenoid*, auch diesen Namen habe ich bloss um keinen neuen machen zu müssen beibehalten. Eine Homologie mit dem Orbitosphenoid anderer Klassen will ich nicht damit ausdrücken. Man soll dabei ins Auge fassen dass die Teleostei einen sehr einseitig differenzirten Zweig bilden, der von den Reptilien durch eine sehr breite Kluft getrennt ist, so dass eine Vergleichung mit diesen, und noch mehr mit den Säugethieren, nur mit grösster Vorsicht angestellt werden darf. Wir nennen also den Knochen Orbitosphenoid und werden ihn bei anderen Physostomen wieder finden. Er ist unpaar

Digitized by Google

und umschliesst hier den Olfactorius, bis er in die Riechgrube eintritt; derselbe verläuft also in seiner ganzen Länge innerhalb des knöchernen Schädels. Am Vorderrand dieses Knochens begegnen einander die beiderseitigen Musculi obliqui. Das *Basisphenoid* fehlt, obgleich ein hinterer Augenmuskelkanal da ist, ebenso fehlt bei Cyprinus carpio das Intercalare, doch bei Cyprinus tinca und brama und bei Chondrostoma nasus finden wir ein solches zwischen Squamosum und Occ. lat. eingeklemmt. [1]

Sehr charakteristisch tür den Karpfenschädel ist die grosse laterale Entwickelung von Squam. und Occ. latt. wodurch zu jeder Seite am Schädel eine tiefe Höhle entsteht, und der Canalis semicircularis externus eine bedeutende Bucht macht. Infolge dieser lateralen Ausdehnung des Squamssum ist dieser Knochen an der Innenseite des Schädels nicht sichtbar, wie Huxley in seiner "Croonian Lecture" angibt, sondern der zwischen Petrosum und Alisphenoid an der inneren Schädelwand sichtbare Knochen ist das Postfrontale. Das Occ. lat. besitzt eine grosse Oeffnung an seiner medianen Seite, dessen Zweck unbekannt ist. Am Hinterhaupt sind die Vorsprünge, durch occ. superius, occ. externum und squamosum gebildet, nur schwach entwickelt.

Chondrostoma nasus besitzt ein rudimentäres Basisphenoid. Es erhebt sich als ein dünnes Säulchen auf der Mitte des Parasphenoids und vereinigt sich zu jeder Seite mit dem Vorderrand des Petrosum. Es waren keine deutlichen Grenzen zwischen dem Basisphenoid und dem Parasphenoid zu sehen, sodass die Möglichkeit offen bleibt den ganzen Knochen als einen stark entwickelten mittleren Kamm des Parasphenoids anzusehen, dann wäre er dem Parasphenoid der anderen Physostomen nicht homolog.

---

[1] Bei Cypr. Carpio haben Sqam. und Frontale sich vom Postfrontale abgelöst, das an seinem Oberrand von Muskeln überdeckt wird. Nur die vorderste äusserste Spitze des Postfrontale hängt noch mit dem Frontale zusammen. Denkt man sich diese brückenartige freiliegende Communication mit dem Frontale weg, so dass das Postfrontale, an der Oberfläche des Schädeldaches, freiliegt, so wird der Schädel an der betreffenden Stelle statt einer überwölbten Grube (wie bei Cypr. carpio) eine einfache Einsenkung zeigen; dieser Zustand kommt bei Cyprinus tinca und Chondrostoma nasus vor. Bei letzterem liegt das Glossopharyngeus-Loch, auch an der äusseren Schädelwand, im Occ. laterale.

Digitized by Google

Wels.

Der Welsschädel besitzt wie der Karpfenschädel ein Orbitosphenoid, ferner unterscheidet er sich, ausser durch die *Abwesenheit* eines hinteren Augenmuskelkanales durch seine grosse Abplattung. Dem zufolge finden wir bei der Betrachtung des Hinterhauptes, Fig. 26, dass während Occ. lat. und Occ. sup. eine senkrechte Stellung besitzen das Squamosum und Occ. ext. sich mehr in die Breite ausgedehnt haben, so dass die Spitze des Squamosum's noch höher liegt wie das Occ. ext. Ein Intercalare fehlt. An der äusseren Schädelwand finden wir das Occ. lat. durch Vagus, Glossopharyngeus und noch einen Nerven durchbohrt. Ueber dem Occ. lat. kommt, bei Profilansicht, auch das Occ. externum zu Gesicht. Vor dem Occ. lat. liegt das Petrosum, das zwar an seinem Vorderrand den Facialis durchlässt, jedoch nicht mehr die Aeste des Trigeminus, aber sonst in Lage und Begrenzung ganz und gar mit dem Petrosum bei anderen Teleostiern übereinstimmt. Der Nerv durchläuft diesen Knochen in querer Richtung, liegt aber an der Innenseite der Schädelwand ganz im Petrosum. Vor den beiden Petrosa finden wir auf dem Parasphenoid einen unpaarigen kurzen breiten Knochen der zu jeder Seite an das Alisphenoid stösst. Dieser Knochen stimmt, was seine Lage betrifft, genau mit dem Basisphenoid des Hechtes überein, nur ist seine Form anders wie beim Hecht, da seine Basis nicht wegen des Augenmuskelkanales ausgehöhlt ist. Er liegt vor den Trigeminus-Loch.

Das Alisphenoid grenzt mit seinem Hinterrand an das Trigeminus Loch, mit seinem vordersten Rand betheiligt es sich an der Bildung des kleinen Opticus-Loches, dessen Vorderrand vom Orbitosphenoid gebildet wird. Das Orbitosphenoid ist unpaarig wie beim Karpfen. Das Squamosum und das Postfrontale bilden die Hyomandibulargelenkfläche. Der Olfactorius verläuft bis zu der Riechgrube innerhalb der knöchernen Schädelkapsel, wie beim Karpfen. Der Opticus ist sehr klein, in Uebereinstimmung mit dem sehr kleinen Auge.

Digitized by Google

Lachs.

Agassiz hat bereits den Lachsschädel sehr genau beschrieben und abgebildet, auch hat er bereits die bedeutenden Knorpelreste die wir auf den Querschnitten antrafen erwähnt, ich brauche also jetzt nicht mehr viel über diesen Schädel zu sagen. Am Hinterhaupt finden wir wie beim Hecht das Occ. sup. von der Begrenzung des Hinterhauptloches ausgeschlossen; Occ. ext. und Squamosum tragen kräftige Spitzen und Stacheln, unter diesen beiden Knochen liegt das Intercalare, das wieder mit dem Schultergürtel verbunden ist. Bei der seitlichen Ansicht finden wir, in der gewöhnlichen Reihenfolge, das Occ. lat mit Foramina für Vagus und Glossopharyngeus, das Petrosum mit den durch eine knöcherne Brücke getrennten Oeffnungen für Facialis und Trigeminus, das von einem feinen Nerven durchbohrte Alisphenoid, und endlich das Orbitosphenoid, durch welches der Olfactorius austritt. Die beiden Orbitae sind durch eine theils knöcherne theils knorpelige Scheidewand getrennt.

Der hinteren Augenmuskelkanal für die Recti ist an seinem Hinterende offen und reicht bis unter das Occ. bas. Das Basisphenoid erhebt sich am Anfang des Augenmuskelkanales in dessen Mitte, wie auf dem Durchschnitt Fig. 19 sehr deutlich zu sehen ist. Vor dem Orbitosphenoid erstreckt sich eine geräumige Höhle in der knorpeligen Schnauze, sie dient zur Bergung der Musculi obliqui des Auges. Hiedurch ist also vorn sowohl wie hinten die Ursprungsstelle der Augenmuskeln so weit wie möglich vom Auge weggerückt. Da die Obliqui von beiden Seiten sich vor dem Orbitosphenoid vereinigen, so verläuft der Olfactorius nicht mehr wie beim Wels und beim Karpfen bis zu seiner Austrittsstelle innerhalb des knöchernen Schädels, sondern liegt nach seinem Austritt aus dem Orbitosphenoid bis zu seinem Eintritt in das Riechorgan frei.

Häring.

Der gemeine Häring besitzt sehr entwickelte Seh- und Gehörorgane, wie man an der grossen Orbita und den eigenthümlichen

Digitized by Google

ampullenartigen Anschwellungen des Gehörorganes sehen kann. Das charakteristische Aussehen dieses Schädels, Fig. 28. kommt daher, dass dies Hyomandibular, Gelenk statt am oberen Rande des Schädels, wie wir bis jetzt sahen, auf der halben Höhe des Schädels sich befindet; sodass Squamosum und Postfrontale dementsprechend nach unten und aussen verlängert sind. Der grösste Breitendurchmesser des Schädels (von Squamosum bis Squamosum) ist ungefähr der höchsten Höhe gleich. Am Hinterhaupt finden wir ausser dem Occ. lat., Occ. ext. und sup. noch ein Intercalare das auf dem Occ. lat. und unter dem Squamosum liegt; es erscheint aber hier nur als eine dünne mit einem Stiele versehene Knochenlamelle. An den Stiel heften sich Bänder des Schultergürtels. Deutlicher sieht man das Intercalare bei einer Profilansicht, Fig. 28. Es liegt ein wenig über der Vagusoeffnung und grenzt mit seinem Vorderrande an das Petrosum. Das Occ. lat. wird vom Vagus durchbohrt. Das Petrosum besitzt zwei Seiten. Die eine Seite des Petrosums die bei der Profilansicht des Schädels zu Gesicht kommt zeigt in ihrer Mitte eine blasenförmige Anschwellung, welche einen Otolith einschliesst. Ueber dieser Anschwellung befindet sich ein Loch durch welches der Facialis tritt. Die zweite Seite steht senkrecht auf der ersten und bildet die hintere Wand der Orbita, Fig. 29. (senkrechter Querschnitt durch die Orbita); diese Seite ist sehr klein und ihre Mitte wird von der genannten Anschwellung eingenommen während der Trigeminus ihren obern Rand durchbohrt. Vor dem Petrosum erstreckt sich das gleichfalls von einem Foramen durchbohrte Alisphenoid, und vor diesem schliesslich das Orbitosphenoid, das hier aber sehr weit vom Parasphenoid entfernt ist. Das Parasphenoid nämlich macht eine sehr bedeutende Krümmung um sich von der Vomerspitze, welche mit dem Hyomandibulargelenk in einem Niveau liegt, bis unter das Basioccipitale herunter zu biegen, auch bildet das Parasphenoid den Boden des an seinem hinteren Ende offenen hinteren Augenmuskelkanals. Zwischen den Alisphenoidea und Petrosa befindet sich ein horizontales, zwei seitliche Löcher bildendes Basisphenoid; den Stiel hat es verloren, der Opticus geht über ihm weg. Das Squamosum zeigt eine zweite blasenförmige Auschwellung an seinem Hinterrande über dem Hyomandibulargelenk. Auch die Obliqui erstrecken sich nach vorn in die

Digitized by Google

Schnauze. Der Olfactorius verläuft eine Strecke weit frei wie beim Lachs. Der Schädel von Clupea alosa bietet grosse Uebereinstimmung mit dem von Cl. harengus dar; er besitzt auch ein Intercalare, einen vorderen und hinteren Augenmuskelkanal; es findet sich aber nur eine im Petrosum liegende blasenförmige Anschwellung des Gehörorganes. Auch die Existenz eines Basisphenoids scheint mir, bei der undeutlichen Begrenzung der Schädelknochen bei diesem Fische, zweifelhaft zu sein. Alosa finta stimmt mit Clupea alosa überein, das Orbitosphenoid reicht bis zum Parasphenoid; auch fehlt dem Basisphenoid der Stiel.

Aulopus filamentosus.

Dieser Schädel vereinigt den Habitus des Lachses und des Härings. Am Hinterhaupt sehen wir ein breites Occ. latt. und ein schmales von der Begrenzung des Hinterhauptes ausgeschlossenes Occ. sup.; zwischen Occ. lat., Squamosum und Occ. ext. finden wir, wie beim Lachs, das Intercalare. Die seitliche Schädelwand ist sehr kurz in Folge der grossen Ausdehnung der Orbita. Das Hyomandibulargelenk liegt ungefähr auf der halben Schädelhöhe, wie beim Häring. Es wird vom Squam. und vom Postfrontale gebildet. Der letztere Knochen besitzt an seinem oberen Rande, in der Höhe des Hyomandibulargelenkes, einen senkrecht zur Schädelwand nach aussen strebenden pfriemförmigen Fortsatz (7. mm. lang, bei einer Schädellänge von 6,5cm.) dieser Fortsatz kommt auch bei Clupea harengus vor.

Die Hinterwand der Orbita steht wie beim Häring fast senkrecht auf der seitlichen Schädelwand und wird vom Postfrontale, Alisphenoid und Petrosum gebildet. Das Facialis-Loch liegt in dem seitlichen Theil des Petrosums, das Trigeminus-Loch in demjenigen welcher die Hinterwand der Orbita bildet. Das Frontale schickt im Interorbitalseptum einen Fortsatz zum Alisphenoid; vor diesem Knochen liegt ein in Folge der bedeutenden Höhe der Orbita sehr ausgedehntes Orbitosphenoid, in dessen Basis sich noch viel Knorpel vorfindet.

Digitized by Google

Ein an seinem hinteren Ende offener Augenmuskelkanal für die Musculi recti ist vorhanden. Auch für die Obliqui existirt hier ein sehr geräumiger Kanal, der an seinem Anfang in der vorderen unteren Ecke der Orbita von einer Knochenlamelle des Praefrontale bedeckt ist. Das trichterförmige Ende dieses Kanales besitzt einen eigenen, dieser Trichterform entsprechenden Knochen den ich desshalb trichterförmigen Knochen nennen will. [1] Es ist eine dünne Knochenlamelle die ich bei keinem andern der erwähnten Fische gefunden habe; ihre Anwesenheit lässt sich aus der Anpassung an die Insertion der Musculi obliqui erklären. Das Parasphenoid dehnt sich unter den Praefontalia in die Breite aus. Schliesslich sei noch bemerkt dass das Postfrontale hinter dem erwähnten pfriemförmigen Fortsatz an seiner Oberfläche ausgehöhlt ist und mit dem Squamosum eine Grube bildet welche von einem brückenartigen Fortsatz der von dem letztern Knochen zum Frontale reicht überwölbt wird. Hinter dem Intercalare senkt sich in das Squam. u. Occ. ext. eine schmale blindendigende Grube hinunter, welche sich im Schädel bis vor den Can. semicirc. post. ausdehnt. Ein Basisphenoid ist vorhanden; es grenzt mit seinen zwei Flügeln an die Petrosa, und reicht unterwärts mit einem schmalen lamellösen Stiel bis zum Perasphenoid.

Aal.

Der Schädel von Anguilla vulgaris ist für die Untersuchung einer der ungünstigsten Fischschädel; erstens ist derselbe sehr klein im Vergleich zur Länge des Thieres, zweitens verschwinden bei grösseren Individuen die Nähte zwischen den spongiösen von Fett gefüllten Knochen fast vollständig. Der Schädel ist lang und platt. Die seitliche Schädelwand ist länger wie die Orbita, welche zwei kleine Augen umschliesst. Am Hinterhaupt bemerken wir einen feinen auswärts gerichteten Stachel, der sich unter und hinter dem Vagus-Loch erhebt, sodass wir dieses bei einer Ansicht von hinten

---

[1] Fig. 80. Innenseite des Schädel auf einem medianen Längschnitt, um den trichterförmigen Knochen (t. v.) zu zeigen.

Digitized by Google

nicht sehen können. Die beiden Occ. lat. bilden das grosse Hinterhauptsloch. Das kleine Occ. sup. besitzt einen kleinen nach hinten gerichteten Stachel. Das Occ. ext. endigt gleichfalls in eine mit ihrer concaven Seite lateralwärts gekrümmte Spitze. Das Sqam. hat sich lateral ausgedehnt. Wahrscheinlich ist mit ihm das Intercalare verwachsen, bei der allgemeinen Undeutlichkeit aller Knochengrenzen am Aalschädel kann ich dies jedoch nicht mit absoluter Bestimmtheit behaupten. Bei Profilansicht des Schädels finden wir das Occ. lat. mit dem bereits erwähnten Stachel und dem vom Squam. und Intercalare gebildeten Kamm. Das Occ. lat. wird vom Vagus und Glossopharyngeus durchbohrt. Das Petrosum ist sehr gross und enthält drei Oeffnungen, eine kleine hinterste, eine grosse von einem knöchernen Säulchen getheilte mittlere, durch welche wahrscheinlich der Facialis tritt, und eine nach vorn gerichtete vorderste für den Trigeminus. Diese beiden Oeffnungen sind durch einen Vorsprung des Petrosums getrennt, das mit dem Postfrontale den vorderen Theil des Hyomandibulargelenkes bildet. Das Hyomandibulare nämlich articulirt nur am vordersten und hintersten Theil seines Oberrandes mit dem Schädel. Der hinterste Theil articulirt mit einer vom Squamosum gebildeten Articulationsfläche. Hinter dem Facialis-Loch bildet die Schädelwand eine ziemlich tiefe Grube worin sich Muskeln anheften. Unter dieser Grube befindet sich eine convexe Wölbung der Schädelwand, welche den grossen im inneren befindlichen Otolith umschliesst. Das Trigeminus-Loch liegt noch im Petrosum. Vor diesem Knochen befindet sich ein Alisphenoid das im Innern des Schädels an das Basisphenoid grenzt. Das Basisphenoid ist dadurch merkwürdig dass es ungefähr die Gestalt hat die dieser Knochen zeigt bei Fischen welche einen Augenmuskelkanal besitzen, ohne dass jedoch beim Aal ein solcher Kanal vorhanden wäre. Es ist mir nicht gelungen die Augenmuskeln zu verfolgen bis in den Kanal welcher jederseits zwischen der Schädelwand und dem Stiel des Basisphenoids verläuft; ohnedies wird derselbe durch ein Gefäss eingenommen.

Auch wird die Basis des Basisphenoids von einem Nerven durchbohrt. Denkt man sich die Augenmuskeln, welche bis zur Basis des Basisphenoids reichen, unter die horizontalen Arme dieses Knochens verlängert so hat man den Anfang eines Augenmuskelkanales;

Digitized by Google

doch wie gesagt scheinen mir die Augenmuskeln nicht so weit zu reichen. Das Praefrontale das sonst allen von mir untersuchten Fischen zukommt fehlt hier und wird durch eine auf dem Basisphenoid liegende Knorpellamelle ersetzt. Diese Knorpellamelle besitzt den nämlichen Fortsatz der sonst am knöchernen Praefrontale mit dem Palatinum articulirt. Der Olfactorius verläuft im membranösen Interorbital-Septum.

Gadus lota.

Es zeigt dieser Schädel eine äusserst plattgedrückte Form. Bei der Betrachtung des Hinterhauptes Fig. 31 finden wir ein grosses Occ. lat. von einem grossen Loche für den Vagus durchbohrt; dagegen besitzt das Occ. lat. der grossen Ausdehnung des Occ. lat. entsprechend eine sehr geringe Höhe. Das Occ. sup. ist zu einem langen Kamm verlängert. Das Squamosum erscheint bei dieser Ansicht blos wie eine Lamelle.

Unter dem Sqam. und Occ. ext., neben dem Occ. lat., finden wir das Intercalare: dieser Knochen aber ist viel deutlicher zu sehen bei einer Profilansicht des Schädels, wo man wahrnimmt, wie dieser Knochen durch einen Ausschnitt an seinem vorderen Rande den Glossopharyngeus durchtreten lässt, so dass dieser Knochen nicht, wie Hallmann angiebt, *undurchbohrt* ist.

An seinem hintersten obersten Ende hängt dieser Knochen mit dem Schultergürtel zusammen. Vor dem Intercalare finden wir das Petrosum das aber seine eigenthümlichen Nervenlöcher für Facialis und Trigeminus verloren hat, da die genannten Nerven durch einen *Ausschnitt* an seinem Vorderrande treten.

Das Hyomandibulargelenk wird vom Postfrontale und vom Squamosum gebildet. Das Postfrontale ist von einem Ramus dorsalis durchbohrt und vereinigt sich in der Orbita mit einem Fortsatz des Parasphenoids. Auch das Frontale schickt einen Fortsatz herunter bis zum Parasphenoid; auf diese Weise wird der vorderste Theil des knöchernen Schädels gebildet, welcher den Olfactorius in seiner ganzen Länge bis zum Riechorgan umschliesst.

Digitized by Google

Ein Kanal für die Augenmuskeln fehlt. Bei Gadus aeglefimus bieten sich einige Abweichungen dar. Erstens ist das Intercalare niedriger. Der Glossopharyngeus geht durch ein Loch in diesem Knochen, auch der Fortsatz zur Anheftung des Schultergürtels liegt tiefer. Facialis und Trigeminus gehen durch ein *Loch*, dessen Vorderrand vom Alisphenoid, das bei Lota fehlte, gebildet wird.

Bei Gadus morrhua endlich erreicht das Intercalare seine grösste Ausdehnung u. wird vom Glossopharyngeus durchbohrt; Facialis und Trigeminus gehen durch einen Ausschnitt des sehr kleinen Petrosums das an seinem vordersten obersten Rand an ein Rudiment des Alisphenoids grenzt. Keiner dieser Gadiden besitzt einen Augenmuskelkanal. Bei Gadus morrhua verläuft der Olfactorius in einem membranösen Interorbitalseptum.

Phycis mediterraneus stimmt bezüglich der Anwesenheit eines Alisphenoids mit G. morrhua überein; auch reicht das Frontale nicht mehr bis zum Parasphenoid wie bei Gadus lota. Dagegen zeichnet sich das Intercalare durch einen circa 6mm. langen kräftigen knöchernen Stiel aus. Dieser Stiel erhebt sich über das Vagusloch; bei einer Profilansicht des Schädels wird dieser Stiel überdeckt vom Intercalare das mit dem Squam. eine zweite, mehr laterale Spitze bildet. Die Lagerung des Glossopharyngeusloches und die Dimensionen des Intercalare bei Phycis mediterr. stimmen mit denen bei G. morrhua überein; der kräftige Stiel, woran sich ein Ast des Supraclaviculare anheftet, unterscheidet das Intercalare von Phycis von dem der andern Gadiden.

Bei Gadus morrhua, callarias, lota und Phycis medit. wird das Parietale von einem Ramus dorsalis eines Hirnnerven durchbohrt.

Bei allen von mir untersuchten Gadiden befinden sich bedeutende Knorpelreste *frei* innerhalb der Schädelhöhle zwischen Occ. lat. und Petr. und überdecken stellenweise die halbkreisförmigen Kanäle.

---

§ 2. Résumé.

Wir können schliesslich das Resultat unserer Betrachtung der erwähnten Schädel zum Zwecke einer besseren Uebersicht folgendermassen zusammen fassen.

Digitized by Google

1. Das Occ. lat. wird vom Vagus und Glossopharyngeus durchbohrt; eine Ausnahme bilden die Gadiden (eine scheinbare Cyprinus Carpio).

2. Das Petrosum wird entweder vom Trigeminus und vom Facialis, welche durch eine knöcherne Brücke an der äusseren Schädelwand getrennt sind, durchbohrt, oder es gehen die genannten Nerven durch einen Ausschnitt in seinem Vorderrand (Gadus) oder auch nur der Facialis tritt durch den Vorderrand (Silurus). Der Zusammenhang von Occ. lat. und Petrosum mit Nervendurchtrittsstellen folgt aus dem im vorigen Abschnitt erwähnten Verknöcherungs-Process. Den von mir untersuchten Fischen, bei welchen das Petrosum nicht mehr vom Facialis und vom Trigeminus durchbohrt wird, fehlt ein hinterer Augenmuskelkanal (Gadus, Silurus, Lophius, was auch mit den Angaben von STANNIUS übereinstimmt).

3. Das Alisphenoid ist bei einigen Fischen von einem feinen Loch durchbohrt (beobachtet habe ich dieses Foramen bei Esox lucius, Salmo salar, Cyprinus carpio, Clupea harengus, Muraena anguilla, Trichiurus, Serranus Merra.)

Die Anwesenheit dieses Knochens wird bedingt durch das Verhältniss zwischen der Breite des eigentlichen Schädels, und der Grösse des Augapfels, welcher natürlich die Dimensionen der Orbita entsprechen. Je tiefer die Orbitae werden, desto schmäler wird die zwischen ihnen liegende Schädelhöhle, wenn man sich die Breite des Schädels constant denkt; es wäre also vielleicht möglich durch Messungen nachzuweisen, dass ein Orbitosphenoid sich nur bei einem bestimmten Verhältniss von Breite des Schädels, Grösse der Augäpfel und Totallänge des Kopfes vorfindet. Da bisjetzt aber alle Angaben über Maassverhältnisse am Fischschädel fehlen, soll das oben Gesagte nur als Vermuthung hingestellt sein.

4. Das Orbitosphenoid gehört auch zu den inconstanten Schädelelementen und bildet wie wir im ersten Abschnitt sahen keinen Theil des Primordialcranium. Von seiner Anwesenheit gilt das nämliche wie beim Alisphenoid. Es umschliesst den Olfactorius (bei Cypr. carpio, Silurus glanis) oder lässt ihn durch eine Oeffnung durchtreten, (Salmo salar).

5. Das Squamosum bildet immer einen Theil des Hyomandibulargelenkes und ist fast immer an seinem hinteren Ende in eine Spitze oder in einen Kamm verlängert.

Digitized by Google

6. Das Postfrontale bildet den vorderen Theil des Hyomandibulargelenkes; es wird von einem Nerven durchbohrt bei einigen Gadiden und bei Thymnus vulgaris. Es fehlt am Schädel von Ortragoriscus mola. Bei den Cyprinoiden betheiligt sich ausser dem Squam. und dem Postfrontale auch noch das Alisphenoid an der Bildung des Hyomandibular-Gelenkes.

7. Das Occip. ext. und das Occ. sup. bilden mit dem Squam. fünf für das Hinterhaupt der Teleostier characteristische Vorsprünge, zwischen welchen sich vier von Muskeln erfüllte Gruben befinden; das Verhältniss dieser Vorsprünge zu den Gruben bietet einen unendlichen Wechsel dar.

8. Das Occ. basilare ist der am meisten an Wirbel erinnernde Knochen.

9. Das Praefrontale fehlt nur beim Aal. Beim Hecht und beim Lachs bleibt es perichondrostotisch (man sehe im zweiten Abschnitt). Es ist gewöhnlich von Nerven die zur Riechgrube gehen durchbohrt. Sein Hinterrand articulirt mit dem Palatoquadratum.

10. Das Frontale und Parietale dienen, in's Besondere das Frontale, öfters zur Bergung der sogenannten Schleimkanäle (sehr deutlich beim Hecht). Das Parietale wird bei verschiedenen Gadiden von einem Ramus dorsalis durchbohrt.

11. Das Parasphenoid bedeckt die Schädelbasis. Es besitzt am hinteren Rand der Orbita einen aufsteigenden Flügel, der sich zu jeder Seite mit dem Petrosum vereinigt; gewöhnlich besitzt dieser Flügel eine Oeffnung wodurch ein Blutgefäss tritt. Wenn ein hinterer Augenmuskelkanal vorhanden ist, so wird sein Boden vom Parasphenoid gebildet. Bei Gadus lota stösst das Parasphenoid in der Orbita mit dem Frontale und Postfrontale zusammen.

12. Das Basisphenoid gehört zu den inconstanten Knochen, gewöhnlich theilt es mit seinem Stiel den Anfang des hinteren Augenmuskelkanales in zwei Hälften. Zwischen dem Augenmuskelkanal und dem Basisphenoid bestehen folgende Combinationen: es gibt Fische *mit* Augenmuskelkanal und *mit* Basisphenoid (Hecht und viele Andere), *mit* Augenmuskelkanal und *ohne* Basisphenoid (Karpfen, ebenso bei Mugil cephalus unter den Acanthopterygii), *ohne* Augenmuskelkanal *mit* Basisphenoid (Wels und Aal), *ohne* Augenmuskelkanal und *ohne* Basisphenoid (Gadiden). Bei Cyprinus carpio trennt ein

Digitized by Google

Ligament die Augenmuskeln beider Seiten voneinander; dieses Ligament stimmt in der Lage mit dem knöchernen Basisphenoid anderer Teleostei überein. Bei Chondrostoma nasus besteht wie erwähnt eine Art Basisphenoid; da ich aber keine Naht zwischen diesem Knochen und dem Parasphenoid finden konnte, so ist es auch möglich dass der erwähnte Knochen nur von einem senkrechten Fortsatz des Basisphenoid gebildet wird. Bei den Sciaenoiden habe ich Beispiele wahrgenommen von Bildung eines senkrechten medianen Kammes auf dem Parasphenoid; nur reichte derselbe nicht bis zum Petrosum hinauf wie bei Chondrostoma nasus.

Es gibt auch Fälle wo der Stiel des Basisphenoid nicht mehr bis zum Parasphenoid reicht, sondern in eine dünne Lamelle übergeht die dem membranösen Interorbitalseptum zur Anheftung dient, (wie bei Mesoprion fluviatilis und Diagramma punctata; bei Clupea harengus ist der Stiel ganz verloren gegangen).

Der hintere Augenmuskelkanal für die Musculi recti dehnt sich bei verschiedenen Fischen bald bis in das Occ. lat. bald bis in das Occ. bas. aus; bei einigen Fischen bleibt er an seinem hinteren Ende offen (Clupea harengus und Cl. alosa).

Wie im zweiten Abschnitt erwähnt wurde kommt der Augenmuskelkanal bei Embryonen noch nicht vor, sondern er dehnt sich erst später im Zusammenhang mit dem Wachsthum der Muskeln aus. Bei den folgenden *Ganoiden*, die bekanntlich zwischen Knorpel- und Knochen fischen in der Mitte stehen, habe ich ebenfalls *keinen* Augenmuskelkanal gefunden: Amia calva, Spatularia, Lepidosteus, Polypterus, Accipenser Ruthenus.

Dass man den Augenmuskelkanal nicht findet bei dem mit sehr kleinen Augen versehenen Wels, dessen Kopf noch dazu sehr breit und abgeplattet ist, lässt sich vielleicht eben aus diesen Umständen erklären. In Bezug auf die anderen Fische denen ein Augenmuskelkanal abgeht eine Hypothese aufzustellen, wäre hier zu gewagt. Bei keiner anderen Klasse von Wirbelthieren haben die Augenmuskeln solch einen directen modificirenden Einfluss auf den Schädel ausgeübt wie bei den Teleostiern; vielleicht muss eine grössere Beweglichkeit des Augapfels den Mangel an Mobilität des meist unbeweglich mit der Wirbelsäule verbundenen Schädels compensiren.

Digitized by Google

Ebenso wie die Musculi recti sich nach hinten erstrecken, so dehnen sich auch die Musculi obliqui bei einigen Fischen nach vorn in die knorpelige Schnauze aus. Wegen dieser knorpeligen Beschaffenheit ist dieser Kanal mit Sicherheit nur an frischen oder in Spiritus aufbewahrten Schädeln nachzuweisen, am getrockneten Skelet ist natürlich aller Knorpel verschwunden. Den vorderen Augenmuskelkanal habe ich beobachtet bei Hecht, Lachs, Forelle, Häring, Clupea alosa, Trigla hirundo und Aulopus filamentosus, wo der Kanal an seinem hinteren Ende von einer, ihrer Form wegen von mir trichterförmig genannten, Verknöcherung bedeckt ist. Sehr weit ist der Kanal beim Lachs (siehe Fig. 20).

---

§ 3. Die Huxleyschen Otica am Schädel der Teleostei.

Es bleibt mir jetzt noch übrig anzugeben warum ich bei der vorherigen Beschreibung des Teleostier-Schädels die Namen Occipitale externum, Petrosum und Intercalare gebraucht habe statt der neuen von Huxley angewendeten Ausdrücke Epiotic, Prootic und Opisthotic. Weil es sich hier um mehr als um einen einfachen Namenstreit handelt, will ich die Sache etwas ausführlicher besprechen. Die erwähnten Knochen nämlich liegen im lateralen, hinteren Theil des Fischschädels an jener faulen Stelle wo man bis jetzt immer die Homologa für das menschliche Schläfenbein gesucht hat; nun ist aber gerade diese Homologie eine der streitigsten Fragen in der vergleichenden Anatomie des Schädels. Schon in seiner "Croonian Lecture" ("Proceedings of the Royal Society of London", Vol. IX 1859) hat Huxley einen Versuch zur Lösung dieser Frage gemacht. In dieser Vorlesung bestimmte er das Petrosum bei den Fischen, Reptilien, Vögeln und Säugethieren und behauptete, gestützt auf die Beobachtungen Rathkes, der bei Coluber natrix drei Verknöcherungen beschreibt die in der knorpeligen Umgebung des Labyrinthes auftreten, dass der vorderste dieser drei Verknöcherungspunkte zum Petrosum werde, der hinterste von den dreien stelle das Mastoid vor, verwachse später mit dem Occ. lat.; der oberste verschmelze mit dem Occ. superius. Diesen Knochen-Punkt nennt er

Digitized by Google

Epiotic, bei den Fischen soll er vom Occ. ext. repräsentirt werden.

In seinen "Elements of Comparative Anatomy" hat HUXLEY, durch die Auffindung dreier Verknöcherungspunkte für das Schläfenbein des Menschen in seiner Meinung noch bestärkt, seine Theorie der drei Otica noch mehr ausgearbeitet. Am deutlichsten und kürzesten fasst er seine Meinung am Schlusse des Werkes folgendermaassen zusammen.

N°. 11, Die gehörige Beachtung von schon lange bekannten aber öfters vergessenen Thatsachen in der Entwickelung der sogenannten, "pars petrosa" und "pars mastoidea" der Gehörknochen, periotica, am Schädel des Menschen hat uns gelehrt, dass diese Theile aus *drei* bis jetzt ungenannten *Centra*, die ich "prootic", "opisthotic" und "epiotic" nennen wil, sich bilden.

Mein Hauptzweck war durch eine sorgfältige Prüfung der Beziehungen dieser knöchernen Elemente sowohl zu den Nerven als zu den von ihnen eingeschlossenen Theilen des Gehörorganes zu beweisen, dass diese Elemente sei es selbständig oder mit anderen Knochen verwachsen sehr allgemein in der Serie der mit knorpelig praeformirten Knochen ausgestatteten Schädeln vorkommen, und dass vor allem das Prootic der constanteste und am leichtesten bestimmbare Knochen in der Serie der Wirbelthierschädel ist."

In den soebengenannten Namen wird also eine für alle Klassen der Wirbelthieren gültige Homologie ausgesprochen; eine genauere Prüfung dierer Otica bei den Fischen ist also auch für die anderen Klassen von Interesse. In Hinsicht darauf stelle ich mir die zwei folgenden Fragen:

1°. Sind das Prootic (mein Petrosum), das Epiotic (mein Occipitale externum) und das Opisthotic (mein Intercalare) die wirklichen einzigen *Otica* oder *das Gehörorgan einschliessenden Knochen* am Fischschädel?

2°. Sind diese Otica *integrirende Theile* des Schädels?

Die erste Frage kann nur durch eine ausführliche Beschreibung der Lage des Gehörorganes und der bezüglichen Knochen beantwortet werden. Wir wollen also jetzt zur Darlegung der hierauf bezüglichen am Schädel einiger Physostomen gesammelten Thatsachen schreiten. Beim Karpfen verläuft der Can. semicirc. posterior grossentheils in einem knöchernen Kanal, der an der Innenseite

Digitized by Google

des Schädels im Occ. lat. anfängt, diesen Knochen durchsetzt und im Occ. ext. ausmündet. Vor dem Occ. ext. vereinigt sich der Can. semic. post. mit dem Can. semic. ant. zu einem gemeinschaftlichen, senkrecht zum Vestibulum herabsteigenden Schenkel. Der Can. semic. ant. liegt frei und stützt sich mit seinem vorderen Rande auf eine Rinne im Petrosum.

Der Can. semic. externus durchbohrt das Occ. lat. gemeinschaftlich mit dem Can. semic. post. hinter dem er liegt. Hierauf durchläuft er das Squamosum, das beim Karpfen eine sehr ansehnliche Krümmung macht zur Bildung der lateralen Höhlen welche sich jederseits aussen an diesem Schädel vorfinden. Das Squamosum trägt hier ungefähr mit einem Drittel seines äusseren Randes zur Bildung der Hyomandibular-Articulationsfläche bei.

Die übrigen zwei Drittel dienen zur Umschliessung des Can. semic. externus, den man schon an der Wölbung der äusseren Schädelwand wahrnemen kann. Der Can. semic. ext. mündet am Vorderrand des Petrosum in einem an seinem Oberrand vom Postfrontale gebildeten Ausschnitt.

Das Occ. basilare bildet zusammen mit dem Occ. lat. eine Höhle, die den Saccus, der hier sehr scharf von dem kleinen Vestibulum getrennt ist, einschliesst. Ueber dem Occ. basilare gibt das Occ. lat. eine dünne Lamelle ab welche den VON WEBER (de aure Animalium aquatilium Seite 44) beschriebenen "Sinus impar" überdeckt. Der vorderste Gehörstein, bei den anderen Fischen der grösste, ist bei den Cyprinoiden der kleinste.

Bei Salmo salar geht der Can. semic. post. durch das Occ. lat. und mündet unmittelbar unter dem Occ. sup.; sein Verhalten zu diesem Knochen und dem Occ. ext. sind am deutlichsten zu sehen auf dem ersten durch das Vagusloch am Lachsschädel gemachten verticalen Querschnitt Fig. 15.

Das Occ. ext. dringt hier nicht durch die dicke Knorpelmasse bis zum Can. sem. post. sondern dieser Kanal verläuft erst durch das knöcherne Occ. lat. und dann durch Knorpel, um am Unterrande des Occ. sup. zu münden. Das Occ. ext. umschliesst hier also den halbkreisförmigen Kanal nicht. Der Can. semic. ext. fängt im Occ. lat. an, durchbohrt das Squamosum und mündet am Hinterrande des Petrosum.

Digitized by Google

Der Can. semic. ant. bildet einen gemeinschaftlichen Schenkel mit dem Can. semic. post., biegt sich nach vorn, geht am oberen Rande des Petrosum vorüber und verläuft circa 3mm. weit durch diesen Knochen, um in das Vestibulum zu treten.

Das Vestibulum liegt in einer vom Occ. lat. und vom Petrosum gebildeten Grube.

Folgende Theile also schliessen das Gehörorgan ein: das Occ. lat., Occ. sup., Squam. und Petr. Bei Clupea harengus werden die halbkreisförmigen Kanäle fast ganz von Knochen umschlossen mit Ausnahme des dem Can. semic. ant. und post. gemeinsamen Schenkels und des Anfangs des Can. semic. anterior.

Der Can. semic. post. mündet im Schädel in dem Occ. sup., verläuft durch das Occ. ext. und fängt im Occ. lat. an; er liegt in seiner ganzen Ausdehnung im Knochen. Der Can. semic. ant. verläuft wie erwähnt erst frei und darauf durch das Petrosum.

Der Can. semic. ext. verläuft erst durch das Occ. lat., danach durch das Squamosum, wo er die erste ampullenartige Anschwellung bildet, und mündet im Petrosum, nachdem er in diesem Knochen eine zweite ampullenartige Anschwellung gebildet hat.

Das Vestibulum liegt in einer tiefen Grube, es birgt einen grossen Otolithen und dehnt sich bis in das Occ. basilare aus. Die äussere Wand dieser Grube ist an einer Stelle membranös und erscheint daher am trockenen Schädel als eine Oeffnung im Occ. lat. ungefähr zwei Mm. vor dem Vagusloch. Das nämliche gilt für Clupea alosa, nur ist dort im Squamosum von aussen keine ampullenartige Anschwellung zu sehen.

Bei Silurus glanis nimmt das Gehörorgan wenig Raum ein, indem der grösste Längsdurchmesser dieses Sinnesorganes, nämlich vom Anfang des hintersten bis zum Vorderrand des vordersten halbkreisförmigen Kanales, $\frac{1}{13}$ der ganzen Schädellänge beträgt (bei Clupea alosa zum Beispiel ist dieses Verhältniss circa $\frac{1}{5}$). Dagegen haben die Gehörkanäle sich in die Breite, lateral vom Schädel, ausgedehnt. Der gemeinsame Schenkel des Can. semic. post. und ant. liegt frei.

Der Can. semic. post. verläuft in einem knöchernen Kanale durch das Occ. lat. und mündet im Occ. sup.

Der Can. semic. ant. verläuft anfangs frei, nachher im einem knöchernen Kanale durch das Petrosum.

Digitized by Google

Das Occ. ext. und das Squam. bilden eine Höhle in welcher der Can. semic. ext. frei verläuft; nur auf einer kurzen Strecke liegt er hinter einer schmalen Knochenlamelle des Squamosum.

Der sehr kleine Saccus, mit unbedeutendem Otolith, liegt in einer kleinen Grube, welche theilweise von Knorpel, theilweise von Knochen des Occ. lat. und des Occ. bas. begrenzt wird (der grösste Durchmesser dieser Grube ist 5mm.); diese Bergung des Saccus in einer besonderen Grube findet sich auch bei den Cyprinoiden.

Bei Esox lucius durchbohrt der Can. semic. post. das Occ. lat. und Occ. ext. und mündet nahe am Occ. sup.

Der gemeinsame Schenkel des Can. semic. post. und ant. liegt frei

Der Can. semic. ext. geht wie bei den vorher genannten Fischen durch das Occ. lat. u. das Squam. und mündet über dem Petrosum.

Der Can. semic. ant. liegt frei. Die Grube für das Vestibulum liegt im Occ. lat. und im Petr.

Bei Anguilla fluviatilis verläuft der Can. semic. post. durch das Occ. lat. und Occ. ext., und bildet oben unter dem Schaedeldach einen gemeinsamen Schenkel mit dem Can. semic. ant. der in seiner ganzen Ausdehnung hinter einem knöchernen Vorsprung versteckt ist.

Der Can. semic. ext. fängt im Occ. lat. an, biegt sich hinter einen knöchernen Vorspung des Petrosums herum und tritt an der Vorderseite des Vorsprunges ins Vestibulum. Die Schädelwand ist auch in dem vom Gehörorgan erfüllten Schädelabschnitt von einer Art Dura-Mater ausgekleidet, im übrigen liegen die Kanäle frei mit Ausnahme des Can. semic. post., der längs einer kurzen Strecke vom Occ. lat. und Occ. ext. überdeckt wird, auch liegt wie oben erwähnt der Can. sem. ext. an einer Stelle hinter einem Vorsprung des Petr. Das Vestibulum liegt im Occ. lat. und im Petr. und enthält einen ziemlich grossen Otolithen.

Aus diesen bei den Physostomen beschriebenen Zuständen dürfen wir also schliessen, dass nachfolgende Knochen: 1o. das Occ. lat., 2o. das Occ. ext., 3o. das Squamosum, 4o. das Petrosum, und bisweilen das Occ. sup. sich mehr oder weniger constant an der Bergung des Gehörorganes betheiligen.

Das Vestibulum sammt Saccus liegt meistens im Occ. lat. und im Petr., aber auch das Occ. basilare kann dabei helfen. Demnach

Digitized by Google

müssen wir auf die erste von uns aufgeworfene Frage "sind die Huxleyschen Otica die wirklichen einzigen das Gehörorgan umschliessenden Knochen?" eine *verneinende Antwort* geben.

Es ist auffallend dass Prof. HUXLEY das Squamosum, das *constant den Can. semic. ext. einchliesst*, gar nicht als *Oticum* erwähnt.

Ich weiss dafür keine andere Erklärung als dass HUXLEY die Meinung Hallmanns theilt, die letzterer in "die Vergleichende Osteologie des Schläfenbeins" Seite 60 ausspricht. An dieser Stelle sagt er nämlich: "Der Anfang des hintern und äussern Kanals im eigentlichen Occ. laterale und der Weg, den der weite Bogen des äussern Kanals durch die Schäfenschuppe nimmt, sind Ausschweifungen, die durch die in Vergleichung mit allen übrigen Wirbelthieren ausserordentliche Länge der Kanäle nothwendig gemacht zu werden scheinen, aber weder der Bestimmung des Schuppentheils, noch des Zitzentheils oder des Felsenbeins Eintrag thun." "

Diese Behauptung ist von der Seite HALLMANNS der bei seiner Vergleichung von den Säugethieren ausgeht um bis zu den Fischen herabzusteigen, und dem es darum zu thun war eine möglichst vollständige Homologie der Schädelknochen darzustellen, begreiflich, aber für Prof. HUXLEY ist sie unmöglich, da er sonst die Zustände bei Fischen aus den bei Säugethieren gegebenen ableiten würde, um hernach den Zustand bei Säugethieren als etwas mit den Fischen gemeinsam Vererbtes zu erklären. Dies wäre ein einfacher Cirkelschluss.

Ebenso wird von HUXLEY die Lage von Saccus und Vestibulum gänzlich vernachlässigt und doch haben wir gar keinen Grund anzu-nehmen dass die halbkreisförmigen Kanäle etwa wichtiger seien wie das Vestibulum, so dass man letzteres ganz ausser Acht lassen dürfte. Nimmt man einmal den Antheil den gewisse Schädelelemente an der Umschliessung der verschiedenen Theile des Gehörorgans haben als Grundlage für die Nomenclatur der Schädelknochen an, so muss man, der reinen Consequenz wegen, auch das Occ. bas, Occ. lat. und Petr., welche sich an der Bergung von Saccus und Vestibulum betheiligen, zu den *Otica* rechnen.

Wenn wir nun weiter überlegen dass nach HUXLEY's Angabe diese drei, von ihm Otica genannten, Knochen *allgemein* bei allen knorpelig praeformirten Schädeln verbreitet sein sollen, ja dass man

Digitized by Google

sogar diese Otica nicht als "Theile der eigentlichen Schädelwand sondern als spezielle Bildungen der Gehörkapsel" betrachten könnte (Elements of Comp. Anat. Seite 302) dann sind wir berechtigt die Bedingung aufzustellen dass diese drei Knochen, bei den Fischen wenigstens, deutlich als solche wahrnehmbar sein sollen. Bij den Fischen als den niedersten und ältesten Wirbelthieren werden wir jedenfalls noch die meisten Chancen haben diese drei Knochen als specielle Bildungen der Gehörkapsel an zu treffen. Bei den andern Klassen wäre es möglich dass die Homologa dieser Otica eine andere Function bekommen hätten, in Folge äusserer Einflüsse, ein Vorgang von dem wir jetzt sehr viele Beispiele kennen. Was finden wir nun aber bei den Fischen?

Wir finden dass diese drei Huxleyschen Otica, wie oben erwähnt, die Function der Bergung des Gehörganes mit andern zu den Namen "Otica" eben so gleichberechtigten Knochen theilen. Da hätten wir also *mehr als drei Otica.* Aber auch das Gegentheil ist nachzuweisen. Wenn z. B. Jemand mir mit triftigen Gründen zeigen könnte, dass die von mir erwähnten Knochen wie Occ. lat. und Squamosum ausser Betrachtung zu lassen seien, dann dürfte ich mit dem gleichen Rechte behaupten, dass die drei Huxleyschen Otica diesen Namen gleichfalls nicht verdienen; denn:

1°. im vorigen Abschnitt haben wir gesehen wie das *Petrosum* sich unter dem Einfluss der günstigen Bedingungen, die ihm durch das Nervenloch geboten werden, entwickelt hat; ganz wie das Occ. lat. das von HUXLEY als ein Theil der eigentlichen Schädelwand betrachtet wird. Warum soll nun das Petrosum, das sich ganz ähnlich wie das Occ. lat. bildet, kein Theil der eigentlichen Schädelwand sein, wohl aber das Occ. lat.?

Ich glaube wir sind gezwungen beide für ganz eigentliche Theile der Schädelwand zu halten.

2°. Die functionelle Beziehung des Occ. ext. (epiotic) zum *äussern halbkreisformigen Kanal* scheint ebenfalls nicht constant zu sein, wie wir beim Lachs sahen: dieser Kanal kann wie wir zeigten auch im Occ. sup. münden.

3°. Eine functionelle Beziehung des Intercalare (Opisthotic) zur Umschliessung des Gehörorganes ist bei den genannen Physostomen gar nicht vorhanden, darum habe ich diesen Knochen noch gar nicht

Digitized by Google

erwähnen können. Ich will ihn speziell im nächsten Paragraphen besprechen, auch in seinem Verhalten zum Gehörorgan. Es ist schliesslich also *für keines der drei Huxleyschen Otica eine specielle functionelle Beziehung zur Gehörkapsel nachweisbar.*

---

§ 4. Das Intercalare.

Wir können jetzt zur Beantwortung unserer zweiten Frage schreiten: "sind die Huxleyschen Otica integrirende Theile des Schädels?" Die Antwort hierauf wird hauptsächlich in der Besprechung des Intercalare (opisthotic) geliefert werden; denn es ist gar nicht zweifelhaft ob das Petrosum (Prootic) und Occ. ext. (Epiotic) wirklich integrirende Theile der Schädelwand seien, aber gerade das Intercalare ist ein sehr inconstanter Knochen, wie wir bereits im geschichtlichen Theil sahen.

Die wirkliche Lage des Intercalare ist auf den Bildern in den Elements of Comp. Anat. nicht deutlich zu sehen.

Da Huxley aber beim Barsch sein Opisthotic identificirt mit dem Cuvierschen Rocher, so muss mein Intercalare, das beim Hecht auch den Cuvierschen Rocher repräsentirt, dem Opisthotic entsprechen. Es is auf Fig. 21 mit i. c. angedeutet. Huxley schreibt selber: "dieser Knochen scheint auf den ersten Blick nicht vorhanden zu sein, jedoch bei einigen Exemplaren dieses Fisches grenzt ein selbständiger Knochen (der sehr gross und auffallend ist bei den Gadiden) unten und hinten an das Occ. lat., vorn an das Prootic, von innen und hinten an das Epiotic und aussen an das Squamosum. Er tritt speciell in die äussere hintere Labyrinthwand und beschützt einen grossen Theil des Can. semic., externus, welche Function er mit dem Prootic theilt." (Elements of Comp. Anat. Seite 173). Diese Beschreibung passt zwar nicht ganz genau auf den von mir als Intercalare gedeuteten Knochen, jedoch gibt es keinen anderen Knochen am Schädel, den Huxley hätte meinen können, ich muss darum mein Intercalare mit dem Huxleyschen Opisthotic identificiren. Das Intercalare dient wie bereits erwähnt zur Anheftung des Schulter-

Digitized by Google

gürtels und *kann vom Schädel weggenommen werden ohne dass eine Durchbrechung der Schädelwand stattfindet.*

Bei jungen Schädeln von ungefähr 4,5cm. Länge (vom hinteren Rand des Occ. bas. bis zur Vomerspitze) ist das Intercalare noch gar nicht mit dem darunterliegenden Occ. lat. verwachsen, sondern beim Anziehen der mächtigen Sehne, welche am Intercalare angeheftet ist, kann man deutliche Bewegungen dieses Knochens beobachten.

Nach Maceration kann sich der Knochen sehr leicht vom Schädel ablösen, was wahrscheinlich der Fall gewesen ist bei den Schädeln wo HUXLEY das Intercalare, das ich beim Hecht constant vorgefunden habe, nicht gesehen hat.

Auch der Lachs besitzt ein Intercalare, das, wie bereits AGASSIZ erwähnt hat, vom Schädel weggenommen werden kann, ohne dass eine Durchbrechung der Schädelwand entsteht. An einem horizontalen Querschnitt durch das Intercalare, Fig. 36, kann man sehr deutlich sehen, dass dieser Knochen sich gar nicht an der Bergung der halbkreisförmigen Kanäle betheiligt, da sein lateraler Theil auf dem *knöchernen Squamosum* liegt, und sein medianer Abschnitt, theils auf dem *Knorpel* theils auf dem *knöchernen Occ. lat.* ruht. Der Can. semic. ext. liegt im Squamosum, der Can. semic. post. im Occ. lat.; es bleibt also für *das Intercalare nichts einzuschliessen übrig!*

Bei einigen Cyprinoiden kommt wie erwähnt ein zwischen Occ. lat. und Squam. eingeklemmtes Intercalare vor, das aber auch zum Gehörgorgan keine Beziehung hat. Es fehlt gänzlich bei Cyprinus carpio, was auch ARENDT bereits beobachtet hat.

Bei Clupea harengus gelang es mir durch schwachen Druck das Intercalare von der Schädelwand abzulösen ohne dass in letzterer dadurch eine Lücke entstand; es ist hier also kein integrirender Theil des Schädelwand, sondern ein ihr äusserlich aufgelagerter Knochen.

Aber es giebt sehr viele Fälle wo der Knochen fester mit den unterliegenden Theilen verwachsen ist, so dass er nicht mehr durch blossen Druck entfernt werden kann; öfters sieht man aber die untern Knochen durch das Intercalare durchschimmeren; dieses ist z. B. der Fall bei Aulopus filamentosus und bei einigen Percoi-

Digitized by Google

den, bei denen das Intercalare sich nicht direct an der Umschliessung des Gehörorganes betheiligt.

Die einzigen Fische bei denen letzteres wohl der Fall sein könnte sind die Gadiden, die wie HUXLEY richtig angibt, das grösste Intercalare besitzen. Wie wir schon vorher bei der Schädelbeschreibung bemerkten, ist dieser Knochen am kleinsten bei Gadus lota, wo er den Glossopharyngeus durch einen tiefen Ausschnitt durchlässt; bei Gadus aeglefinus ist er grösser, und am grössten bei Gadus morrhua und Phycis mediterraneus, bei denen er vom Glossopharyngeus durchbohrt wird.

Dieser Zustand des Intercalare bei den Gadiden gibt Veranlassung zur Aufstellung von 2 Hypothesen. Nach der einen Hypothese setzen wir voraus dass die Gadiden eine sehr alte Form repräsentiren, bei denen sich um das *Glossopharyngeus-Loch herum ein discreter Knochen gebildet hat*, ebenso wie das Occ. lat. sich um das Vagusloch entwickelte, wie wir im zweiten Abschnitt nachgewiesen haben. So weit ich auf einem Schädellängsschnitt habe sehen können, enthält bei Gadus das Occ. lat. in seinem *Inneren* Knorpel, wie beim Hecht; zwischen den Knochen kommt an der Innenfläche des Schädels auch noch viel Knorpel vor; es können dies Andeutungen sein dass auch Gadus in Bezug auf die Knochenbildung zu der niedrigsten Gruppe unter den Teleostei gehört. Bei den Fischen, wo der Glossopharyngeus nicht mehr durch das Intercalare geht, müsste man dann annehmen dass, in Folge von einer Zusammenziehung, der Glossopharyngeus näher zum Vagus gerückt ist, so dass er schliesslich wie dieser Nerv durch ein Loch im Occ. lat. den Schädel verläst, was, so weit meine Beobachtungen reichen, der verbreitetste Zustand ist. Seine Beziehung zum Schulterapparat, mit dem das Intercalare bei den Gadiden verbunden ist, hätte dieser Knochen bei den andern Teleostiern behalten, dagegen lässt er nur noch bei den Gadiden den Glossopharyngeus durch, er wäre also in dieser Hinsicht bei der Mehrzahl der Teleostei rudimentär wo wie erwähnt das Intercalare ausser allem Zusammenhang mit Nerven steht.

Wir haben aber vorläufig keinen Grund die Gadiden als älter zu betrachten als andere Teleostei; es ist darum eine zweite entgegengesetzte Hypothese möglich, nach welcher wir den Zustand

Digitized by Google

des Intercalare bei den Physostomen als den ursprünglichen betrachten, und dagegen das Verhältniss bei den Gadiden als Ausnahme ansehen.

Das Intercalare wäre dann ein *zur Anheftung des Schultergürtels dienender von aussen dem Schädel angefügter Knochen*; der Zustand bei den Gadiden, wo das Intercalare nicht bloss zur Anheftung des Schultergürtels sondern auch dem Glossopharyngeus zum Durchtritt dient, wäre eine Ausnahme, für welche sich vielleicht eine Erklärung finden liesse. Das Verhältniss des Intercalare bei den von mir untersuchten Gadiden bietet schon innerhalb dieser Gruppe verschiedene Stufen der Entwickelung dar; bei Gadus lota z. B. ist das Intercalare am kleinsten und der Glossopharyngeus geht durch einen Ausschnitt in diesem Knochen. Bei Gadus morrhua und G. aeglefinus ist das Intercalare grösser, und besitzt ein wirkliches Loch für den Glossopharyngeus; ebenso verhält sich Phycis mediterraneus, nur dass hier der Stiel für die Anheftung eines Ligaments des Schültergürtels am stärksten ist. Hätte ich mehr Gadiden zu Verfügung gehabt, so würde ich vielleicht noch mehr Zwischenstufen in der Entwickelung des Intercalare gefunden haben, welche dann den directen Beweis geliefert hätten dass die kolossale Ausdehnung z. B. des Intercalare bei Gadus morrhua von einem ursprünglichen kleineren Zustand des Intercalare, wie wir ihn bei den andern Teleostiern antreffen, abzuleiten wäre. Jedenfalls besitzen wir bei den von mir untersuchten Gadiden Stufen aus einem derartigen Entwickelungsprocess, dessen erste Ursache vielleicht in der bedeutenden Wölbung zu suchen wäre welche die Schädelwand zur Bergung des Otolithes macht. Eine analoge Zunahme des Intercalare habe ich bei Sciaenoiden unter gleichen Umständen vorgefunden.

Bei Diagramma punctatum, Fig. 33, nämlich findet man das Intercalare, bei Profilansicht des Schädels, unter dem Squamosum am hinteren Rand des Occ. lat. Nach unten dehnt es sich nicht über die Grenze des Squamosum und Occ. lat. aus, seine grösste Länge beträgt 5mm. An seinem oberen hinteren Winkel bildet es mit dem Squam. einen kleinen Stachel. Es reicht ebenso wenig bis zum Vagus- wie bis zum Glossopharyngeus-Loch. Unterhalb dieser Nervenlöcher wölbt sich die Schädelwand convex nach aussen zur Bergung des von einem grossen Otolith ausgefüllten häutigen Vestibulums.

Digitized by Google

Vergleichen wir hiermit Haemulon heterodon, Fig. 34, bei dem das Vestibulum noch grösser ist, so finden wir auch *eine entsprechende Vergrösserung des Intercalare* das hier *dicht an die Vagus- und Glossopharyngeus-Löcher grenzt.* Ferner überzieht dieser Knochen noch eine Strecke weit das Squam. und das Occ. lat., welche sich über die Wölbung des Vestibulum fast horizontal zu einem lateralen frei hervorragenden Kamm ausdehnen. Betrachten wir schliesslich Otolithus, Fig. 35, bei dem das Vestibulum und der Otolith ihre grösste Entwickelung erreichen, so finden wir das Intercalare auch wieder *vergrössert, an das Glossopharyngeus Loch grenzend* und dem Vagusloch ganz nahe liegend; an seinem hintersten lateralen Rand inserirt ein Ast des Os supraclaviculare. Die convexe äusserlich sichtbare Wölbung der Schädelwand, zur Bergung des riesigen Otolithes, ist sehr bedeutend. Sie fängt schon im Occ. bas. an und dehnt sich im Petr. bis zum Facialis-Loch aus, das sehr hoch am Schädel unmittelbar unter dem Hyomandibulargelenk liegt. Das Trigeninus-Loch ist vom Facialis-Loch durch eine knöcherne Brücke getrennt, ferner besitzt der Schädel einen kleinen Augenmuskelkanal (für die Recti) und ein Basisphenoid. Wir finden also bei diesen Sciaenoiden die grössere Wölbung der Schädelwand, zur Bergung des Vestibulum und Otolithes, begleitet von einer Vergrösserung des Intercalare. Es ist schon erwähnt dass auch bei den Gadiden die Schädelwand stark gewölbt ist zur Bergung des mächtigen Vestibulum; wir haben hier also einen den Zuständen bei den Sciaenoiden analogen Fall, und es liegt auf der Hand noch einen causalen Zusammenhang für diese Uebereinstimmung zu suchen. Als solcher wäre der Umstand zu betrachten dass gerade eine grössere Wölbung der Schädelfläche eine grössere Oberfläche zur Verknöcherung darbietet.

Da ich aber nur diese beiden Fälle bei Gadiden und Sciaenoiden untersucht habe möchte ich das Ganze nur als eine Vermuthung angesehen wissen; wiederholt sich das Verhältniss bei anderen Gruppen, so wäre die ganze Erscheinung als eine Folge der Gesetze der Wachsthums-Correlation aufzufassen.

Wenn wir also von unserer ersten Hypothese ausgehen, und das Intercalare als einen Knochen betrachten, der sich, wie das Occ. lat. und das Petr., um ein Nervenloch gebildet hat, so finden wir

Digitized by Google

dieses ursprüngliche Verhältniss *nur noch bei den Gadiden*; bei *allen anderen Teleostei* dagegen is die Beziehung zum *Nervenloch verloren* gegangen, nur die zum *Schultergürtel bewahrt* geblieben. Das Intercalare wäre also nur noch bei einer Minderzahl von Fischen ein integrirender Schädeltheil.

Ebenso bilden nach der zweiten Hypothese wieder die Gadiden eine Ausnahme, da nur bei dieser Gruppe das Intercalare neben seiner functionellen Beziehung zum Schultergürtel noch einem bestimmten Nerven zum Durchtritt dient.

Schliesslich erinnere ich auch an die verschiedenen erwähnten Beispiele, wo einerseits das Intercalare sich vom Schädel trennen liess, anderseits dieser Knochen ganz und gar fehlte, und komme dann zu dem Schluss, dass der bei den Gadiden existirende Zustand uns *nicht berechtigt, das Intercalare als einen integrirenden Schädeltheil zu betrachten.*

Hienach muss die zweite von mir im dritten Paragraphen gestellte Frage: *sind die* HUXLEY'*schen Otica integrirende Theile des Schädels? verneinend* beantwortet werden.

Digitized by Google

IV.

DIE VERKNÖCHERUNG DES SCHLÄFENBEINS DER SÄUGETHIERE.

(MIT RÜCKSICHT AUF DIE HUXLEYSCHEN OTICA.)

§ 1. DIE KNOCHENPUNCTE AM MENSCHLICHEN SCHLÄFENBEIN.

Dieser Anhang dankt seine Entstehung zweien Ursachen. Erstens glaubt Professor HUXLEY in drei Knochenpuncten am menschlichen Schläfenbein seine drei Otica wiederzufinden. Es ist selbstverständlich dass wenn, wie wir versucht haben zu zeigen, die drei sogenannten Otica bei den Fischen diesen Namen nicht beanspruchen dürfen, es ganz unmöglich ist dafür Homologa in Knochenpuncten bei Säugethieren zu suchen. Aber ganz abgesehen von dieser fraglichen Homologie bieten uns diese Knochenpuncte am Schläfenbein noch ein anderes Problem zur Untersuchung dar: ihre Individualität steht nämlich noch gar nicht fest. Es sind diese Knochenpuncte vorübergehende Gebilde, die, ohne eine Spur davon zu hinterlassen, untereinander verschmelzen; ist man nun berechtigt in diesen momentanen Verknöcherungscentren *wirkliche Homologa discreter Knochen* zu sehen? Bis jetzt ist diese Frage stillschweigend mit *ja* beantwortet worden, so auch durch HUXLEY; nach meiner Ansicht aber erfordert sie erst ein kritische Prüfung, ehe man überhaupt weitere Theorien auf die Knochenpuncte am Schläfenbein bauen darf. Diese Prüfung war der Zweck meiner Untersuchung der Knochenpuncte am Schläfenbein der Säugethiere. Meine von

Digitized by Google

den bisherigen Angaben ziemlich verschiedenen Resultate werden die Berechtigung dieser neuen Prüfung beweisen.

Eine zweite Ursache zur Enstehung dises Anhanges bildete der temporaere Mangel an Lachsembryonen. Um diese Zwischenzeit auszufüllen habe ich dieses Thema angefangen, das sonst ziemlich locker mit dem Vorhergehenden zusammenhängt, und das nur dadurch, dass man in den Knochenpuncten des menschlichen Schläfenbeines die vorher erwähnten Otica hat wiederfinden wollen, zu dem übrigen Theil dieser Arbeit in Beziehung steht. Wir wollen zuerst die Knochenpuncte am Schläfenbein des Menschen betrachten.

Bei menschlichen Embryonen von 12cm. (Fig. 44) und 15cm. fand ich noch *keine Knochenpuncte* im Primordialcranium an der Stelle des künftigen Felsenbeines. Dagegen waren das *Occ. lat.* und *Occ. basil* als scharf begrenzte Knochenpuncte vorhanden. In diesem Stadium ist die Cochlea noch vermittelst Knorpel mit dem späteren Clivus Blumenbachii verbunden, bis zu der Stelle wo das Foramen jugulare das knöcherne Occ. lat. vom knorpeligen Felsenbein trennt. Das Foramen jugulare und das For. condyloideum anterius, das bereits im knöchernen Occ. lat. liegt, sind die einzigen Oeffnungen in der knorpeligen Gehörregion des Schädels. An der Stelle des künftigen Tegmen tympani dehnt sich der Knorpel nicht weiter aus als wie auf Fig. 44 abgebildet ist. In diesem Puncte weicht meine Abbildung ab von der Zeichnung, die in Köllikers "Entwicklungsgeschichte des Menschen" 1861, Seite 196 Fig. 87 vorkommt. Auf dieser Abbildung dehnt sich der Knorpel bis zum grossen Flügel aus, sodass das Foramen lacerum medium viel kleiner erscheint als in unserer Vorstellung. Die ganze Spitze des eigentlichen Felsenbeines (Pyramide) wird von der knorpeligen Cochlea gebildet. An der unteren Seite des Schädels scheint mir die Cochlea verhältnissmässig grösser als im ausgewachsenen Zustande zu sein; durch Messungen habe ich dies aber nicht bestimmen können da im ausgewachsenen Schädel die Cochlea ganz mit ihrer Umgebung verschmolzen ist.

Ein Embryo von 17cm., dessen Schädel aber verhältnissmässig klein war, zeigte nur *einen Knochenpunct, auf der ersten Windung der Cochlea* und über der Fenestra rotunda, deren untere Ränder er bildet (wenn man den Schädel von seiner unteren Fläche, mit dem Ge-

Digitized by Google

sichtstheil gegen den Beschauer gewendet, betrachtet). Die Stelle entspricht dem Promontorium des ausgewachsenen Schädels. Diese Lage stimmt ziemlich überein mit der welche HUXLEY für sein Opisthotic angibt.

Das folgende Stadium zeigte ein Embryo von 21cm. Die Verknöcherung war weiter vorgeschritten wie beim vorigen Embryo, indem sich *vier Knochenpuncte* fanden. Erstens fand ich in grösserer Ausdehnung den nämlichen Knochenpunct wieder, den ich beim Embryo von 17cm. beschrieben habe; er hat sich vom oberen Rande der Fenestra rotunda sive triquetra über das Promontorium hinaus ausgedehnt und grenzt mit einem Puncte bereits an die Fenestra ovalis, Fig. 45. Auch der tiefer liegende Rand der Fen. rot. wird von diesem Knochenpunct gebildet, der sich zu einer hervorragenden Lamelle erhebt, die später den Aquaeductus cochleae mit bilden hilft. Im Innern des Schädels ist von diesem Knochenpunct nur eine schmale Lamelle am hinteren Ende des Foramen jungulare zu sehen.

In der inneren Seite des Schädels bildet ein Knochenpunct, 2 Fig. 46, die Brücke zwischen Hiatus audit. int. und Hiatus Fall. Von dieser letzteren Stelle dehnt sich der Knochenpunt (wenn man ihn an der unteren Fläche des Schädels verfolgt) bis zum unteren Rand des ovalen Fensters aus. Gegenüber der Fenestra ovalis erhebt sich eine Knochenlamelle die in den nächsten Stadien den N. facialis umwächst und den knöchernen Fallopischen Kanal bildet. In diesem Stadium aber gibt es, wie gesagt, noch keinen *Kanal* sondern nur eine tiefe von Knochen gebildete *Grube*. Dieser Knochenpunct 2 Fig. 46 bildet also an der Innenseite des Schädels das Tegmen tympani. In der Paukenhöhle bildet es den lateralen Rand der Fenestra ov. und reicht etwas weiter als bis zu der Stelle, wo am ausgewachsenen Schläfenbein der Processus cochleariformis den Hinterrand der Grube für den Musculus Tensor tympani bildet. Der Knochenpunct bedeckt aber nicht den ganzen lateralen Rand der Fenestra ovalis, sondern zu jederseite bleibt eine Knorpelstrecke frei, welche diesen Knochenpunkt vom ersten Knochenpunkte trennt.

Eine dünne Knochenschichte findet sich, als *selbständiger dritter Knochenpunct*, auf der Spitze der Cochlea (im Innern des Schädels). Sein Kern (der sich durch dunklere Farbe unterschied und auch wenn man mit einer feinen Nadel über den Knochenpunct strich

Digitized by Google

durch seine rauhe Oberfläche sich kennzeichnete) liegt nahe an der erwähnten Brücke zwischen Meatus audit. int. und Hiat. Fall., ist aber deutlich davon getrennt. Von der Spitze der Cochlea (im Innern des Schädels) dehnt sich der Knochenpunct aus bis zu der Stelle wo der vordere Rand der Cochlea an das Basi- und Ali-sphenoid stösst. An der untern Fläche des Schädels ist dieser Knochenpunct nicht zu sehen.

Endlich der kleine *vierte Knochenpunct*, 4 Fig. 46, der sich an der Innenfläche des Schädels findet, gerade an der Stelle wo der Can. semicirc. post. sich vereinigt mit dem Can. semic. ant. den man durch den Knorpel hindurchschimmern sieht.

Der Knochenpunct liegt, wie mir scheint, etwas mehr auf der Seite des Can. semic. ant. in der Nähe von und auf einer Höhe mit der Oeffnung des Aquaeductus vestibuli, der hier noch im Knorpel mündet. Wenn nach HUXLEY's Ansicht dieser Knochenpunct in einer functionellen Beziehung zu einem der halbkreisförmigen Kanäle stehen sollte, so wäre es in diesem Stadium sehr schwer zu entscheiden welchem Kanale er eigentlich zugehören sollte, und doch soll für die Knochenpuncte im Allgemeinen der Punct des ersten Auftretens, d. h. das Stadium wo der Knochenpunct am kleinsten ist, als entscheidend für die Homologie gelten. Wird ein Knochenpunct grösser so dehnt er sich in kurzer Zeit über ganz verschiedene Theile der knorpeligen Gehörkapsel aus; z. B. vom Meat. audit. int. auf die Schnecke. Dadurch wird die Homologie sehr unsicher; der einzige Weg um zur Sicherheit zu gelangen scheint mir der zu sein, dass man den Knochenpunct, in seiner kleinsten Form, beim ersten Auftreten betrachtet, und die Stelle welche er im jüngsten Stadium einnimmt zur Bestimmung der Homologie verwendet. Der Theil des Primordialschädels der später die Pars mastoidea bildet ist noch ganz knorpelig und verknöchert, wie auch HUXLEY angibt, später wie die Pars petrosa.

Der Schädel eines Embryo's von 20$^{cm.}$ zeigte die nämliche Zahl der Knochenpuncte wie das vorige Stadium, nur war das Grössenverhältniss zwischen den einzelnen Knochenpuncten verschieden. Der erste und zweite Knochenpunct waren denen beim vorigen Embryo gleich, dagegen war der dritte nicht so weit entwickelt und mit dem blossen Auge nicht deutlich sichtbar. Mit der Nadel

Digitized by Google

aber konnte man deutlich eine in Folge der Kalkablagerung rauhe Oberfläche spüren. Zur Sicherheit habe ich dann noch die betreffende Stelle microscopisch untersucht und deutliche Kalkablagerung im Knorpel gefunden.

Der vierte Knochenpunct, 4 Fig. 47, der beim vorigen Embryo nur einen kleinen Punct darstellte, hatte sich bei diesem Stadium nach vorn und oben über den Can. semic. ant. bis zur höchsten Biegungsstelle dieses Kanales ausgedehnt.

Um allen Zweifel wegzuräumen habe ich auch beim Embryo von 21cm. microscopisch die Knochenpuncte 3 und 4 untersucht, welche beim Kratzen mit der Nadel nicht eine gleiche Resistenz wie 1 und 2 zeigten. Es stimmten aber alle diese 4 Knochenpuncte in ihrer Structur mit einander überein, keiner besass noch deutliche Knochenkörperchen, wie sie sich beim nämlichen Embryo im Occ. bas., Occ. lat. und Occ. sup. vorfanden. Obgleich also diese Knochenpuncte sich schon dem blossen Auge durch ihre Färbung und dem Gefühl durch ihre Rauhigkeit bemerkbar machen, so verdienen sie den Namen "Knochen" noch nicht ganz, sie werden von verkalktem Knorpel, einem die Knochenbildung einleitenden Zustande, gebildet.

Das nächste Stadium gehört einem Embryo an, den ich mit A bezeichnen will; da nur der Kopf vorhanden war kann ich über die Körperlänge nichts angeben. Der zweite und dritte von mir beim vorigen Embryo beschriebene Knochenpunct *sind im Innern des Schädels miteinander verschmolzen.* Der vierte Knochenpunct hat sich über den hinteren halbkrf. Kanal ausgedehnt, ist aber noch selbständig. An der unteren Fläche des Schädels grenzen der erste und zweite Knochenpunct beide noch an das ovale Fenster, sind aber noch von einander durch Knorpel getrennt. Es fanden sich deutliche Knochenkörperchen in den verschiedenen Knochenpuncten. Obgleich also diese Knochenpuncte bei ihrem ersten Auftreten von *verkalktem Knorpel* gebildet werden, so entwickeln sich doch, ehe sie unter einander verschmelzen, in jedem von ihnen *deutliche Knochenkörperchen.* Diese Thatsache ist darum erwähnenswerth weil sie uns berechtigt, diesen Knochenpuncten eine gewisse Individualität zuzuschreiben, welche wir ihnen im entgegengesetzten Falle hätten absprechen müssen.

Ein Embryo von 18cm. besass bereits ein ganz knöchernes Felsenbein.

Digitized by Google

Man sieht daraus dass die Länge nicht immer ein sicheres Criterium für das Stadium der Verknöcherung darbietet; wahrscheinlich sind in diesem Alter die individuellen Längenunterschiede zwischen den Embryonen schon bemerkbar. *Der erste, zweite, dritte und vierte Knochenpunkt waren verschmolzen.* Der vordere halbkrf. Kanal war verknöchert, ebenso der hintere, so weit er im Innern des Schädels sichtbar war. An der *äussern Seite* des Schädels zeigte der Knorpel, an der Stelle der späteren Pars mastoidea, einen Knochenpunkt No. 4, von verkalktem Knorpel gebildet, er lag auf dem hinteren halbkrf. Kanale den man durch den Knorpel durchschimmern sah. Dieser Knochenpunkt war von dem Theil des hinteren halbkrf. Kanales der sich im Inneren des Schädels befindet durch die ganze Dicke der knorpeligen Schädelwand getrennt, ich muss ihn deshalb als selbständigen Knochenpunkt betrachten. Er entspricht dem Huxleyschen Epiotic. Ein anderer Embryo war etwas weiter fortgeschritten wie der vorige. Das sogenannte Epotic, 5 Fig. 48, und der Knochen des hinteren halbkrf. Kanales waren näher an einander gerückt, und 3mm. vor dem Epotic hatte sich auf dem Knorpel der späteren Pars mastoidea ein *deutlicher sechster Knochenpunct*, aus verkalktem Knorpel bestehend, gebildet. 6 Fig. 48.

Ein Embryo von beinahe 24cm. zeigte das nämliche Stadium. Das Felsenbein war im Innern des Schädels ganz verknöchert, und die Pars mastoidea besass *zwei Knochenpuncte*, etwas grösser, wie im vorigen Stadium. Das nächste Stadium bildete ein Embryo den ich B nennen will, da ich seine Länge, wegen der Abwesenheit der Beine, nicht bestimmen konnte. Hier war der fünfte mit dem ersten Knochenpunkt verschmolzen, der sechste grenzte an den zweiten, der fünfte und sechste waren aber noch durch Knorpel getrennt, beide enthielten Knochenkörperchen.

Als Resultat meiner Prüfung der Knochenpunkte an der menschlichen Pars petrosa und Pars mastoidea muss ich also annehmen, dass die *Zahl der Knochenpuncte* an den genannten Schädeltheilen *sechs* beträgt. Es ist aber, wenn man die bedeutende Ausdehnung in Betracht zieht welche der zweite Knochenpunkt in seinem jüngsten von mir beobachteten Stadium besass, auch möglich dass derselbe in mehrere zerfällt. Das Resultat ist aus der Vergleichung von 8, in Spiritus aufbewahrten, von mir selber präparirten, Em-

Digitized by Google

bryen gewonnen. Wahrscheinlich hat HUXLEY ein solches Stadium untersucht, wo der vierte und erste Knochenpunkt durch ihre Verschmelzung *einen* Knochenpunkt, das Opisthotic, bildeten; der dritte, zweite und sechste Knochenpunkt bildeten zusammen das Prootic. Der fünfte Knochenpunkt entspricht dem Epotic.

Da diese grosse Zahl von Knochenpunkten, doppelt so gross als bis jetzt allgemein angenommen worden, Staunen ja Misstrauen erregen musste, so war der einzige Weg um zur Sicherheit zu gelangen, bei anderen Säugethieren zu untersuchen, wie es sich hier in Bezug auf die Dreizahl der Knochenpunkte verhält.

Von anderen Säugethieren besass ich aber leider nicht so eine vollständige Serie wie vom Menschen. Es bleiben hier also einige Lücken übrig, trotzdem aber lässt sich aus den fragmentarischen von mir gefundenen Thatsachen Verschiedenes schliessen. Ich will also jetzt zur kurzen Beschreibung der von mir bei anderen Säugethieren gefundenen Knochenpunkte schreiten.

---

§ 2. Die Knochenpuncte am Schläfenbein anderer Säugethiere.

Rind.

Vom Rind habe ich nur drei Stadien zur Verfügung gehabt. Das jüngste war 22cm. lang (von der Schnauze bis zum Ende des Hinterbeins gemessen; ebenso sind die anderen zu erwähnenden Säugethiere gemessen) und besass nur zwei Knochenpuncte.

Der eine lag (an der Innenfläche des Schädels) unter dem Hiatus Fallopii, dessen Boden er bildete. Der zweite lag im Meatus audit. int. oberhalb einer Oeffnung, die in das Vestibulum führte.

Das zweite Stadium bildete ein Embryo von nicht ganz 30cm. Im ganzen waren hier *vier* Knochenpuncte vorhanden: einer auf der ersten Windung der Cochlea; ein zweiter, auf dem Tegmen tympani, grenzte an die Fenestra ovalis und wäre also als eine weitere Ausdehnung des zweiten, von mir beim vorigen Stadium beschriebenen, Knochenpunctes zu betrachten. An der Innenfläche des Schädels

Digitized by Google

aber ist dieser Knochenpunct bereits mit dem, von mir beim Embryo von 22cm. Länge im Meatus auditorius beschriebenen, verschmolzen. Der oben (beim Stadium von nicht ganz 30cm.) erwähnte zweite Knochenpunct dehnt sich auch noch *über die Vereinigungsstelle* des *vorderen* und *hinteren halbkreisf. Kanales* aus, also bis zur der Stelle, wo beim menschlichen Embryo von 21cm. sich der vierte Knochenpunct befindet. Ob beim Rind auch an dieser Stelle zuerst ein selbständiger Knochenpunct auftritt, der also bei dem beschriebenen Stadium (von nicht ganz 30cm) mit seinem Nachbarn schon verschmolzen wäre, kann nur die Untersuchung eines Zwischenstadiums das mir fehlte entscheiden.

Wegen des schnellen Wachsthums dieser Knochenpuncte ist die Untersuchung sehr erschwert, da man immer nach Stadien suchen muss wo der Knochenpunct *möglichst klein* ist: denn *die Stelle des ersten Auftretens* muss doch die *Feststellung der Homologie* bestimmen. Wie erwähnt wächst ein solcher Knochenpunct sehr rasch, er kann sich z. B. vom Rande des Meatus aud. int. bis über die Cochlea ausdehnen. Für *die Bestimmung der Homologie* aber macht es einen bedeutenden *Unterschied* ob ein Knochenpunct gerade auf der Cochlea entsteht oder auf *einem anderen Theile* der knorpeligen Gehörkapsel; bildet der Knochenpunct sich ausschliesslich *auf der Cochlea*, dann muss er auch als *dieser speziell angehörig* betrachtet werden. Ein deutliches Beispiel der Schwierigkeit, unter Umständen die Homologies eines Knochenpunctes zu bestimmen, liefert uns der vierte beim menschl. Embryo von 22cm. beschriebene Knochenpunct, der bekanntlich auf der Vereinigungsstelle des hinteren und vorderen halbkreisförmigen Kanales liegt, so dass man ihn zu keinem dieser beiden Kanäle in Beziehung bringen kann.

Ein dritter Knochenpunct bildet einen schmalen Streifen am Unterrande des Meat. aud. int., liegt aber schon mehr auf der sehr kurzen Cochlea. 3 Fig. 50.

Ein vierter Knochenpunct bildet einen kleinen knöchernen Kern in dem schmalen Knorpelstreif, welcher der breiten knorpeligen Brücke entspricht die beim Menschen den Meat. aud. int. vom Hiat. Fall. trennt. 4 Fig. 50.

Das dritte Stadium, 30cm. lang, zeigte 3 Knochenpuncte. An der unteren Fläche des Schädels dehnte sich ein Knochenpunct über *die ganze erste Windung der Cochlea aus*, 1 Fig. 49. Er stimmt also

Digitized by Google

genau mit dem bei den menschl. Embryonen von 17, 20 und 21cm. beschriebenen Knochenpuncte überein, er grenzt an die Fenestra ovalis und an die Fen. rotunda.

Der dritte beim vorigen Stadium beschriebene Knochenpunct ist hier mit dem zweiten verschmolzen, und dadurch kommt es dass bei diesem dritten Stadium nur noch drei selbständige Knochenpuncte erscheinen. 2 Fig. 49.

Der dritte Knochenpunct entspricht dem, beim vorigen Embryo als vierten beschriebenen.

Im Ganzen haben wir also beim Rind im knorpeligen Felsenbein 5 Knochenpuncte beobachtet: einen auf der ersten Windung der Cochlea; einen auf dem Boden des Hiatus Fall.; einen im Meat. audit. int.; einen (an der Innenseite des Schädels) am Unterrand des Meat. audit. int. und einen im Knorpelstreif zwischen Meat. audit. int. und Hiat Fall. Auf der Pars mastoidea war bei den erwähnten Stadien noch kein Knochenpunct zu sehen.

Ziege.

Ich habe nur einen Ziegenembryo untersuchen können. Er zeigte drei Knochenpuncte. Einer auf der ersten Windung der Cochlea war noch wenig entwickelt, unter dem Microscop zeigte sich aber schon Verkalkung im Knorpel.

Ein zweiter Knochenpunct dehnte sich vom unteren Rande des Meat. audit. int. bis zum Foramen jugulare aus. Nach vorne zu erstreckte er sich über die Cochlea und trat auf die untere Fläche des Schädels über. Bei der bedeutenden Ausdehnung welche dieser Knochenpunct besass war es nicht mehr möglich zu bestimmen wo er eigentlich entstanden sei, und ob er dem zweiten Knochenpunct beim menschl. Embryo von 21cm. entspreche.

Der dritte Knochenpunct endlich, der auf der Vereinigungsstelle des vorderen und hinteren halbkreisförmigen Kanales liegt und sich über den vorderen halbkreisförmigen Kanal bis zu dessen höchstem Krümmungspunct ausdehnt, stimmt in dieser Lage genau mit dem

Digitized by Google

vierten bei den menschl. Embryonen von 20 und 21cm. und beim Embryo A beschriebenen Knochenpuncte überein.

Schaf.

Vom Schaf habe ich drei verschiedene Stadien untersucht. Bei einem Stadium von 19cm. war nur *ein Knochenpunct* vorhanden der sich als ein schmaler Knochenstreif dem Unterrande des Meat. audit. int. entlang ausdehnte.

Ein zweites Stadium, dessen Länge ich nicht genau angeben kann, zeigte den nämlichen Knochenpunct und noch einen kleinen zweiten auf der Vereinigungsstelle des hinteren und vorderen halbkreisförmigen Kanales.

Bei einem dritten Stadium von 15cm. war ein sehr kleiner Knochenpunct fühlbar am oberen lateralen Theil des Knorpelstreifens der den Meat. audit. int. und Hiat. Fall. trennt. Unter dem Microscop zeigte sich Kalkablagerung.

Schwein.

Vom Schwein habe ich zwei Stadien untersucht. Das erste war 16cm. lang und zeigte 5 Knochenpuncte; der erste auf der ersten Windung der Cochlea, um die Fen. rot. herum und bis zum medianen Rande der Fen. ovalis reichend, 1 Fig. 51. Der zweite bildete den lateralen Rand der Fen. ovalis, 2 Fig. 51, an der Stelle wo der Canalis Fallopii von der inneren nach der äusseren Schädelfläche sich herum biegend an der Unterseite des Schädels mündet. Beim Schwein verläuft nämlich der Nervus facialis vom Hiatus Fall. bis zu dieser der Fen. ovalis gegenüberliegenden Mündung in einem knorpeligen Kanal; der erwähnte Knochenpunct grenzt an das Tegmen tympani.

Ein dritter Knochenpunct, obgleich noch nicht mit der Nadelspitze fühlbar, war doch schon durch seine weisse Farbe und bei micro-

Digitized by Google

scopischer Prüfung durch Kalkablagerung zu unterscheiden. Er schimmert durch den Knorpel der Cochlea dicht unter dem Meat. audit. int. durch. 3 Fig. 52.

Der vierte Knochenpunct, auch nur von verkalktem Knorpel gebildet, liegt auf der Vereinigungsstelle des vorderen und hinteren halbkrf. Kanales und erstreckt sich bereits etwas nach oben über den vorderen halbkrf. Kanal. 4 Fig. 52.

Der fünfte Knochenpunct lag wenn man die untere Fläche des Schädels betrachtete, ungefähr 3mm. nach unten und medial von der Fen. ovalis, auf der Cochlea. Er scheint sich zu der Verknöcherung an der Spitze der Cochlea auszubilden. 5 Fig. 51.

Wenn man will kann man in einigen dieser Knochenpuncte die entsprechenden Puncte des menschlichen Felsenbeines wieder finden. Nur für den zweiten Knochenpunct des Schweines ist dieses schwer, da ich 1°. wie schon beim Menschen erwähnt die eigentliche Stelle, wo der zweite Knochenpunct beim Menschen zuerst auftritt, nicht kenne; 2°. geht der N. facialis beim Menschen vom Hiatus Fall. bis gegenüber der Fen. ovalis nicht durch einen geschlossenen knorpelingen Kanal, wenn aber der zweite von mir beim Schwein beobachtete Knochenpunct sich weiter ausdehnt, so muss er das Tegmen tympani bilden und den nämlichen Abschnitt des N. facialis umschliessen wie der zweite beim Menschen beschriebene Knochenpunct. Auch für den 5ten Knochenpunct ist beim Menschen kein Analogon zu finden.

Das zweite Stadium, 24cm. lang, zeigt mehr Knochen wie das vorige. An den Innenseite des Schädels waren der 3. und der 5. Knochenpunct mit einander verschmolzen, sodass die Cochlea und der Boden des Meat. audit. int. von Knochen überdeckt waren, dagegen war der Streif der den Meat. audit. int. vom Hiatus Fall. trennt noch ganz knorpelig. Ob sich in diesem knorpeligen Streif später, wie beim Rind, ein selbständiger Knochenpunct bildet habe ich bei Mangel an älteren Stadien nicht feststellen können. Der ganze vordere halbkr. Kanal ist noch knorpelig, mit Ausnahme der vom vierten Knochenpunct bedeckten Stelle. An der Untenseite des Schädels sind die Knochenpuncte 1, 2 und 5 um die Fen. ovalis herum verschmolzen, die Spitze der Cochlea ist noch knorpelig. Endlich befindet sich auf der noch knorpeligen Pars mastoidea, an

Digitized by Google

der Aussenseite des Schädels, ein sechster Knochenpunct auf dem hinteren halbkrf. Kanal, dem fünften Knochenpunct des Menschen entsprechend. Wenn man das knöcherne Squamosum entfernt, so findet man äusserlich auch noch Verkalkung dem äusseren halbkrf. Kanal entlang; diese Verkalkung war aber schon mit dem zweiten Knochenpunct in Zusammenhang getreten, sodass ich an diesem Stadium nicht feststellen konnte ob ich einen selbständigen Knochenpunct vor mir hatte oder nicht. Wäre der Knochenpunct selbständig so wäre er dem sechsten Knochenpunct des Menschen zu vergleichen.

Kaninchen.

Das einzige mir zugängliche Stadium war 8cm. lang und besass drei Knochenpuncte. Einer lag auf der ersten Windung der Cochlea, um die Fen. rotunda herum, und grenzte an die Fenestra ovalis. Der zweite Knochenpunct entspricht in seiner Ausdehnung dem zweiten, beim menschl. Embryo von 21cm. beschriebenen Knochenpuncte. Der dritte lag auf der Vereinigungsstelle des vorderen und hinteren harbkrf. Kanales und hatte sich schon etwas nach oben über den vorderen harbkrf. Kanal ausgedehnt.

Hund.

Bei einem Stadium von 15cm. habe ich auch drei Knochenpuncte gefunden. Ein kleiner Knochenpunct umgab den Anfang der ersten Windung der Cochlea. Ein zweiter umfasste den Hiatus Fall., bedeckte das Tegmen tympani und reichte bis dicht an den lateralen Rand der Fenestra ovalis. Ein dritter dehnte sich vom unteren Rande des Meat audit. int. bis zum Foramen jugulare aus, war aber nur an der Innenseite des Schädels sichtbar.

Bei der Untersuchung des Schläfenbeines beim Hund ist mir noch Folgendes aufgefallen. Der Hund und andere Carnivoren besitzen bekanntlich im ausgewachsenen Zustande ausser dem Annulus tym-

Digitized by Google

panicus noch einen hinter letzterem gelegenen convexen Knochen, der zu der bedeutenden blasenförmigen Erweiterung der Trommelhöhle bei diesen Thieren Veranlassung gibt. Bei dem erwähnten Stadium des Hundes war dieser Theil noch *bindegewebig*. Bei einer neugeborenen Katze war dieser Theil *knorpelig*, bei einem neugeborenen Löwen hatte sich schon ein Knochenpunct (aus verkalktem Knorpel bestehend) zu bilden angefangen. Es gehört dieser Knochen also nicht zum Primordialschädel, sondern er scheint, seiner späten Entwickelung nach, eine *secundaire* Bildung zu sein. Jedenfalls entspricht dieser Knochen *nicht*, wie W. H. FLOWER behauptet (in seinem Aufsatz "on the value of the characters of the Base of the Cranium in the Classification of the order Carnivora" etc., "Proceedings of the Zoological Society of London" 1869, page 17), der *Lamelle* welche *beim Menschen die Carotis umwächst*, da sich beim Menschen diese Lamelle *direct durch ein in die Höhe Wachsen des Knochens der Cochlea bildet* ohne je selbständig gewesen zu sein. Beim Löwen, sei noch bemerkt, ist das Alisphenoid im Inneren der Trommelhöhle sichtbar, das knöcherne Tentorium Cerebelli wird gebildet von Fortsätzen des Occ. sup. und des Squam, die Fortsetzung des letzteren Knochens liegt mit dem Alisphenoid fast in einer horizontalen Ebene.

---

§ 3. UEBERSICHT.

Aus den beschriebenen Embryonen lässt sich folgendes schliessen: (wobei zu berücksichtigen ist dass ich nur vom Menschen eine einigermassen vollständige Serie habe präpariren können, von den anderen Säugethieren besass ich nur ein Paar Stadien, von einigen nur *ein einziges*).

Das menschliche Felsenbein besitzt *vier* Knochenpuncte, die Pars mastoidea noch *zwei*, im Ganzen also findet man *sechs* für das Schläfenbein (die Schuppe nicht mit gerechnet). Diese Knochenpuncte bilden sich:

1°. Auf der ersten Windung der Cochlea, in unmittelbarer Nähe der Fen. rotunda (HUXLEY's opisthotic). Gefunden habe ich diesen Knochenpunct sowohl beim Menschen, wie bei dem Rind, der Ziege, dem Schweine, dem Kaninchen und dem Hund.

Digitized by Google

2°. Ein zweiter Knochenpunct umgiebt den Hiatus Fall., bildet das Tegmen tympani und reicht bis zum lateralen Rande der Fenestra ovalis (HUXLEY's prootic.) Gefunden habe ich diesen Knochenpunct sowohl beim Menschen wie bei dem Rind, dem Schwein, dem Kaninchen und dem Hund (wenn wir das Verhältniss zur Fenestra ovalis und zum N. facialis als Hauptsache betrachten; in Bezug auf die Stelle des ersten Auftretens herrschen kleine Verschiedenheiten bei den genannten Thieren.)

3°. Ein dritter Knochenpunct bildet sich an der Stelle wo der vordere und hintere halbkrf. Kanal zusammen kommen. Gefunden habe ich diesen Knochenpunct sowohl beim Menschen wie bei der Ziege, dem Schaf, dem Schwein und dem Hund.

4°. Ein vierter Knochenpunct bildet sich an der *Innenseite* des Schädels *auf der Cochlea.*

Genau so wie beim Menschen habe ich diesen Knochenpunct bei keinem anderen Thier gefunden.

Man muss dabei ins Auge fassen dass bei den anderen Säugethieren die Cochlea nicht einen so grossen Raum im Primordialschädel ausfüllt wie beim Menschen; bei letzterem wird im Primordialcranium die ganze der späteren Pyramide entsprechende Stelle von der Cochlea gebildet. Wenn wir die geringe Grösse der Cochlea in Betracht ziehen, so sind wir vielleicht berechtigt, in dem vierten Knochenpunct des Rindes und des Schweines den entsprechenden Knochenpunct des Menschen zu erblicken. Da die Gesammtlänge der Cochlea an der Innenseite des Schädels bei den genannten Thieren so viel kleiner ist so befände sich dann der Knochenpunct entsprechend näher an den Meat. aud. int. fortgerückt.

5°. Ein fünfter Knochenpunct bildet sich auf dem *äusseren halbkrf. Kanal*, an der Aussenseite des Schädels (HUXLEY's epotic) und bildet einen Theil der Pars mastoidea des menschlichen Schläfenbeins. Mit Ausnahme des sechsten Knochenpunctes beim Schwein von 23cm. habe ich bei anderen Säugethieren keine diesem Knochenpunct des Menschen entsprechenden Gebilde gefunden, einfach weil die Stadien zu jung waren.

6°. Ein sechster Knochenpunct bildet sich *mehr nach vorn auf der knorpeligen Pars mastoidea*, dicht hinter dem Squamosum. Ein übereinstimmendes Stadium habe ich aus oben erwähnten Gründen bei

Digitized by Google

anderen Säugethieren nicht gefunden. Schliesslich sind noch zu erwähnen folgende Knochenpuncte die ich bei anderen Säugethieren antraf, ohne eine analoge Bildung beim Menschen nachweisen zu können.

1°. Der Knochenpunct im Knorpel zwischen dem Meat. aud. int. und dem Hiat. Fall. beim Rind (30cm.) und beim Schaf (15cm.).

2°. Der zweite Knochenpunct bei der Ziege der sich vom unteren Rand des Meat. aud. int. bis zum Foramen jugulare ausdehnt und sich von dort über die Cochlea erstreckt.

3°. Der schmale knöcherne Streif am unteren Rand des Meatus audit. int. beim Schaf.

4°. Der dritte Knochenpunct beim Hund, der vom unteren Rande des Meat. aud. int. bis zum For. jug. reicht.

5°. Der fünfte Knochenpunct an der unteren Fläche der Cochlea beim Schwein.

Aus der Uebereinstimmung sowohl wie aus der Differenz zwischen den Knochenpuncten beim Menschen und bei den anderen, von mir untersuchten Säugethieren, kann ich nur den *einen* und zwar *negativen* Schluss ziehen:

1°. *dass es noch nicht fest steht, ob bei den Säugethieren im Allgemeinen die Zahl und die Lage der Knochenpuncte am Felsen- und am Zitzenbein* CONSTANT *ist.*

2°. es ist auch nicht ausgemacht *ob die verschiedenen Ordnungen in Bezug auf die erwähnten Knochenpuncte jede einem constanten Typus folgen oder nicht.*

Nur wenn diese Hauptfragen gelöst sein werden, was mir wegen Mangels an Material jezt unmöglich war, wird man mit Erfolg nach Homologien für diese Knochenpuncte suchen können, natürlich für den Fall dass diese Knochenpuncte wirklich eine gewisse Constanz besitzen. Im entgegengesetzten Falle, wenn durch die Untersuchungen Anderer sich herausstellen möchte dass auch die 6, jetzt von mir beim Menschen nachgewiesenen Knochenpuncte *nicht constant* sind, müssen wir diesen Knochenpuncten *jede Individualität* absprechen und von einer Homologie kann dann nicht mehr die Rede sein. Die Knochenpuncte wären dann nichts als die zufälligen Stellen wo die erste Kalkablagerung im Knorpel den Verknöcherungsprocess einleitet. Von den erwähnten Knochenpuncten gilt in dop-

Digitized by Google

peltem Maasse was Gegenbaur, in seinen Grundzügen der Vergl. Anat. Seite 640, von den Schädelknochen im Allgemeinen behauptet. "Die am Primordialcranium auftretenden Knochen sind daher nicht in dem Sinne individuelle Bildungen, wie andere Skelettheile, z. B. die Knochen der Extremitäten es sind, welche bereits in der Knorpelanlage völlig discret erscheinen. Die eigentlichen Schädelknochen, d. h. die aus dem Primordialcranium hervorgehenden, stellen daher mit Beziehung auf den ganzen Schädel nur Ossificationscentren dar, von denen aus die Bildung des knöchernen Schädels allmählich beginnt. Sie verhalten sich so wie die einzelnen Knochenkerne eines anderen Skeletstückes."

Wie ich aber vorher schon bemerkte unterscheiden sich die Knochenpuncte am Felsen- und Zitzenbein von den Knochenpuncten aus denen sich andere Schädelknochen entwickeln dadurch, dass sie eine geringere Individualität besitzen, sodass noch bewiesen werden muss, ob wirklich ihre Zahl und Lage constant ist.

---

§. 4. Die Bildung des Fallopischen Kanales.

Bei der Praeparation der Embryonen deren Knochenpuncte ich untersuchen wollte, musste auch die Bildung des Fallopischen Kanales mir ins Auge fallen. Obgleich dieser Punct mit dem vorhergehenden nicht in direktem Zusammenhang steht so will ich doch meine Resultate hier kurz mittheilen, weil sie zeigen dass der Fallopische Kanal, wie er in der menschlichen Anatomie beschrieben wird, seiner Entwickelungsgeschichte nach, aus verschiedenwerthigen Theile besteht, und jedenfalls im Ganzen als eine secundaire Bildung zu betrachten ist.

Am *ausgewachsenen* Felsenbein des Menschen theilt man den Fall. Kanal in *drei Abtheilungen.*

Die erste Abtheilung erstreckt sich von dem Meatus audit. int. bis zum Hiatus Fallopii.

Die zweite Abtheilung fängt mit der knieförmigen Biegung des Kanales am Hiatus an, läuft an der Fenestra ovalis vorüber und erstreckt sich bis etwas jenseits der Fenestra ovalis. Die zweite

Digitized by Google

Abtheilung liegt also an der Aussen-, die 1ste Abtheilung an der Innen-Seite des Schädels.

Die dritte Abtheilung fängt ein wenig jenseits der Fenestra ovalis auch wieder mit einer knieförmigen Biegung des Kanales an, der senkrecht nach unten verläuft, um am Foramen stylomastoideum zu münden.

Diese drei im ausgewachsenen Zustande nicht von einander verschiedenen Abschnitte bilden sich auf verschiedenem Wege, und da, so viel ich weiss, bis jetzt keine Angabe über diesen Vorgang existirt, werde ich mir erlauben die Sache etwas näher auseinander zu setzen.

Bei den jüngsten von mir untersuchten menschl. Embryonen war am Primordial-Schädel *nur die erste Abtheilung* (vom Meat. aud. int. bis zum Hiatus Fall.) vorhanden. Bei anderen Thieren, wie beim Rind, wo der Meatus sehr gross (Fig. 50, wo die ganze schattirte Vertiefung, links vom Knorpelstreif, den Meatus bildet) und der Knorpel zwischen Meatus und Hiatus Fall. zu einem schmalen Streifen reducirt ist, verliert diese erste Abtheilung ihre Natur als Kanal; sie ist aber immer knorpelig praeformirt.

Die zweite Abtheilung des Fall. Kanales beim Menschen ist wie oben erwähnt bei den jüngsten Stadien (12 und 15cm.) nicht als Kanal vorhanden, sondern der Nervus facialis verläuft nachdem er sich am Hiatus auf die untere Seite des Schädels begeben hat in *einer Grube auf dem Knorpel.* Die Wände dieser Gruben nähern sich mehr und mehr; ehe sich aber auf diese Weise ein knorpeliger Kanal gebildet hat fängt die Verknöcherung an, sodass der Facialis durch eine theils knorpelige, theils knöcherne Rinne verläuft. (auf Fig. 45 durch † angedeutet).

Das Verwachsen der knöchernen Ränder geschieht sehr langsam, da bei Neugeborenen, wo das Felsenbein schon knöchern ist, noch eine längliche Oeffnung in dem Fall. Kanal, gegenüber der Fen. ovalis, übrig bleibt. Nach HENLE soll öfters im Fall. Kanal eine Oeffnung persistiren; dieselbe ist also durch ein unvollständiges Wachsthum der Ränder zu erklären ("Handb. der Anat. d. M." Knochenlehre S. 147).

Beim Rind wo das Tegmen tympani von einer dickeren Knorpelschicht wie beim Menschen gebildet wird, ist die Grube tiefer,

Digitized by Google

die Ränder sind einander näher, jedoch fängt auch hier die Verknöcherung an ehe sich ein knorpeliger Kanal gebildet hat (die Verknöcherug geht vom 1sten beim Rindsembryo von 22cm. beschriebenen Knochenpunct aus, der sich gerade an der Stelle befindet wo der Facialis von der inneren Seite des Schädels kommend an der unteren Schädelfläche mündet). Das Schwein verhält sich anders, dort ist auch die zweite Abtheilung des Fallopischen Kanales als knorpeliger Kanal vorhanden; denkt man sich die dünne knorpelige Lamelle des Tegmen tympani des Menschen in eine viel dickere Schicht umgewandelt so wird ungefähr der beim Schwein existirende Zustand entstehen.

Die dritte Abtheilung wird beim Menschen auch nicht knorpelig praeformirt, sondern sie bildet sich erst im Laufe der Verknöcherung. Der Processus styloideus hilft zur Bildung des For. stylomastoideum.

Bei einem menschl. Embryo von 21cm. besteht von dieser Abtheilung noch keine Spur; in der Gegend der knorpeligen Pars mastoidea, ungefähr gegenüber der Fenestra ovalis, biegt sich ein schmaler knorpeliger Stiel, der Anfang des zweiten Kiemenbogens, nach dem knorpeligen Vorsprung zu, der später den eigentlichen Processus mastoideus bildet; auf dieser Stelle macht der genannte Knorpelstiel eine rechtwinklige Biegung, um zum Zungenbein zu verlaufen; dieser zweite Theil des Knorpelstiels, der also senkrecht auf dem ersten steht, liefert den Processus styloideus. Der erst erwähnte Theil des Knorpelstiels ist mittelst Perichondrium mit dem zukünftigen Processus mastoideus verbunden und bildet eine Brücke, unter der der N. facialis die Schädelhöhle verlässt; im Primordial Schädel gibt es also kein eigentliches *Foramen* stylomastoideum (d. h. keine Durchbrechung der Schädelwand) an der Stelle wo sich später das Foramen stylomastoideum befindet sondern, wie aus der vorhergehenden Beschreibung folgt, das Loch wodurch der Facialis tritt wird von einer Umbiegung des knorpeligen Zungenbeinbogens gebildet; die eigentliche Austrittsstelle *wo der N. facialis die Primordial-Schädelhöhle verlässt ist am Hiatus Fallopii zu suchen*.

Der schon oft erwähnte erste Theil des Zungenbeinbogens bleibt sehr lange knorpelig. An einem Schädel, wo das ganze Felsenbein

Digitized by Google

knöchern war, wo sogar schon ein Theil der dritten Abtheilung des Fall. Kanales (nämlich gegenüber der Fenestra ovalis und um den Musculus stapedius herum) gebildet war, wurde das Foramen stylomastoideum an seinem vorderen Rande noch immer von diesem Knorpelstiel begrenzt, k. s. Fig. 50. Der Annulus tympanicus liegt hier *über* dem Knorpelstiel. Beim Rind und beim Schwein ist das Verhältniss anders.

Bei diesen Thieren liegt das Homologon des erwähnten Knorpelstieles *über* dem Annulus tympanicus, es ist die Lage also gerade umgekehrt wie beim Menschen. Beim Schwein erreicht der Annulus einen bedeutenden Umfang und umwächst den Stiel. Da beim Schwein der Annulus tymp. breiter is wie beim Menschen, dazu eine viel mehr senkrechte Stellung einnimmt, so wird dieser, von mir beim Menschen, Fig. 52 mit ks. bezeichnete, Anfang des knorpeligen Zungenbeinbogens (der das Foramen stylomast. bildet) beim Schwein (und auch beim Rind) viel länger, wie man auf Fig. 51 und Fig. 49 sehen kann. (Auch das Squamosum wächst über diesen Fortsatz weg, musste also bei den Präparaten nach welchen die entsprechenden Bilder gemacht sind, entfernt werden.

Beim Rind existirt dieser Knorpelstiel noch, wenn das Petrosum und die Pars mastoidea schon knöchern sind.

Anch beim Hund und bei der Katze bildet sich das Foramen stylomast. durch Umbiegung des Anfangstheiles des knorpeligen Zungenbeinbogens. Beim Rind, k. s. Fig. 49, und beim Schwein, k. s. Fig. 51, verknöchert später *dieser Anfangstheil des Zungenbeinbogens* (nachdem er durch den Annulus tymp. von dem eigentlichen Proc. styloideus getrennt worden ist und bereits in der Trommelhöhle liegt, und bildet mit dem Processus paramastoideus die dritte Abtheilung des Fall. Kanales.

Fassen wir das Resultat unserer Untersuchungen über die Bildung des Fallopischen Kanales beim Menschen zusammen und vergleichen wir damit die Befunde bei anderen Thieren, so kommen wir zu den folgenden Schlüssen:

1°. Im Primordialschädel des Menschen ist vom Fallopischen Kanal nur die erste Abtheilung vom Meatus audit. int. bis zum Hiatus Fall vorhanden; diese ist also die *primaere Abtheilung* des Fall. Kanales; die *zweite* und *dritte* sind *secundaere Bildungen*. Da im

Digitized by Google

Primordialschädel der Facialis ferner nur in einer Rinne in der Paukenhöhle verläuft, und das Foramen stylomastoideum wie wir gesehen haben auch keine primaere Durchbrechung der Schädelwand darstellt, sondern durch eine Biegung des Zungenbeinbogens, äusserlich am Schädel gebildet wird, so ist die *eigentliche Austrittsstelle des Facialis beim Embryo am Hiatus Fall. zu suchen.*

Diese Thatsache, an und für sich als anatomisches Factum nicht von besonderer Wichtigkeit, ist aber für *die Vergleichung* nicht ohne Bedeutung. Solche Nerven-Verzweigungen die am ausgewachsenen Schädel innerhalb der Paukenhöhle stattfinden, und deshalb als *im Schädel* liegend betrachtet werden, müssen wenn man Rücksicht nimmt auf die Entwickelungsgeschichte, welche lehrt dass sie sich jenseits des Hiatus Fallopii, also jenseits der eigentlichen Ausstrittsstelle des Nerves facialis gebildet haben, als extra-craniale Bildungen gedeutet werden. Wenn man z. B. die Kopfnerven des Menschen mit den Kopfnerven von andern Wirbelthierklassen vergleichen will, so wird man darauf Rücksicht nehmen müssen dass diese Einschliessung des Facialis in einen knöchernen am Foramen stylomastoideum mündenden Kanal, wie sie beim Menschen vorkommt, nicht einen ursprünglichen Zustand darstellt, sondern dass Homologa von innerhalb der menschlichen Paukenhöhle verlaufenden Nerven bei anderen Thieren ausserhalb des Schädels liegen können.

Sehr interessant hinsichtlich der Bildung des Fallopischen Kanales ist die Uebereinstimmung zwischen *dem menschlichen Primordialcranium und dem Schädel von Echidna.* Bei letzterem habe ich an der inneren Seite des Schädels keinen Hiatus Fallopii finden können; es sei bemerkt dass ich nur den macerirten Schädel untersucht habe, bloss die Knochen, nicht die Nerven selber; es war nur der Meatus audit. int., m. a. i. Fig. 54, sichtbar.

An der untern Fläche des Schädels sieht man in der sehr wenig tiefen Trommelhöhle in der vorderen Ecke eine Oeffnung, o Fig. 55, durch welche der Facialis von innen kommend in die Paukenhöhle mündet. Weiter scheint mir der Facialis an der lateralen Wand der Paukenhöhle unter einer hervorragenden Knochenleiste in einer Art Rinne an der Fenestra ovalis vorüber zu ziehen. Wahrscheinlich verlässt er die Paukenhöhle durch die Oeffnung f. Die Oeffnung o entspricht also dem Hiatus Fallopii, *ist die Austritts-Stelle des*

Digitized by Google

Facialis aus dem Schädel. Bei Echidna bleibt somit der embryonale beim Menschen vorübergehende Zustand des Kanales bestehen. Es ist bei Echidna vom Fall. Kanal nur die erste Abtheilung, vom Meat. audit. int. bis zum Hiatus, vorhanden. Der Zustand bei Echidna gibt uns auch Aufschluss über die Thatsache dass beim Menschen der Hiatus Fallopii im Innern des Schädels liegt, sodass auch der Nervus petrosus superficialis major und minor innerhalb des Schädels liegen; diese Lage wäre als Resultat der Entwickelung der Cochlea anzusehen; letztere wie man auf der Fig. 44, 45, 46, sehen kann, nimmt im Primordialcranium einen bedeutenden Raum ein und kann durch ihre Anschwellung und Ausdehnung in die Höhe eine Drehung der benachbarten Theile bewerkstelligt haben Bei Echidna wo die Cochlea fehlt ist die Schädelbasis flach, der Facialis geht im inneren im Meatus audit. int. hinein und tritt am der unteren Fläche bei O wieder heraus. Vergleicht man dieses einfache Verhältniss mit dem Primordialcranium des Menschen, so ist es deutlich dass eben die Entwickelung der Cochlea bedeutende Modificationen am knorpeligen Schädel hervorgerufen hat.

2°. Die Untersuchung von einigen anderen Säugethieren hat mir gezeigt dass bei den Säugethieren bezüglich der Bildung der anderen Abtheilungen des Fallopischen Kanales eine ziemlich grosse Verschiedenheit herrscht.

Die zweite Abtheilung entsteht indem der Knochen den Nerven umwächst; beim neugebornen Menschen war dieser Process noch nicht ganz zu Ende, bei vielen Thieren wird die Umschliessung nie *eine vollständige*, dieses ist z. b. der Fall beim Hund, bei der Katze, beim Kaninchen und Hasen und bei Mus decumanus.

3°. Die dritte Abtheilung ist auch eine secundaere Bildung, die wie wir gesehen haben, erstens durch eine Umwachsung des Facialis durch den Knochen, auf dem der Nerv verläuft, zu Stande kommt. Zweitens fanden wir dass sich auch ein Rest des knorpeligen Zungenbeinbogens an der Bildung des letzten Theiles, speziell des Foramen stylomastoideum, betheiligt.

Das Foramen stylomastoideum ist beim Menschen ursprünglich kein eigentliches Loch sondern eine Umbiegung des knorpeligen Anfangtheiles des Zungenbeinbogens. Beim Rind und beim Schwein verwächst der Theil des knorpeligen Zungenbeinbogens der inner-

Digitized by Google

halb der Paukenhöhle zurück bleibt, mit dem Processus paramastoideus.

Einen vollständigen mit allen drei Abtheilungen ausgestatteten Fallopischen Kanal habe ich, ausser beim Menschen, noch gefunden bei einem Affen, bei Castor fiber, Cavia cobaya und Arctomys marmotta (bei letzterem berühren sich die beiderseitigen Petrosa mit ihren Spitzen welche auf dem Basisphenoid liegen.)

Digitized by Google

[8]) Hallmann (Cyprinus br	[14]) Huxley. Esox.	Terminologie in dieser Arbeit gebraucht.
occ. basilare.	basi oecipital.	occ. basilare.
occ. laterale.	ex occipital.	„ lat.
squama os. oc	supra occipital.	„ sup.
mastoideum.	epotic.	„ ext.
	opisthotic.	intercalare. *)
petrosum.	prootic.	petrosum.
sphen. basilar	parasphenoid.	parasphenoid.
os. sphen. su	basisphenoid.	basisphenoid.
grosse flügel.	alisphenoid.	alisphenoid.
kleine flügel.	m.	orbitosphenoid.
parietale.	parietal.	parietale.
frontale.	frontal.	frontale.
front. ant.	prefrontal.	praefrontale.
front. post.	postfrontal.	postfrontale.
squamosum.	squamosal.	squamosum.

teologie des Schläfe 1859, Seite 202) braucht den Namen Intacalare
knöchernen Kopfe ten Knochen gibt er keinen Namen.
les par L. Agassiz 4.
d Homologies of th
hie der Wirbelthier
Schädels am Skele

Digitized by Google

Digitized by Google

UEBERSICHT von der Ab- und Anwesenheit gewisser Schädelknochen bei einigen Physostomen und Gadiden.

	Esox lucius.	Cyprinus.		Chondrostoma nasus.	Silurus glanis.	Salmo salar.	Clupea harengus.	Aulopus filamentosus.	Muraena anguilla.	Gadus.		
		Carpio.	Brama und tinca.							lota.	aeglefinus.	morrhua.
Occ. bas.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ lat.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ sup.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ externum.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
petrosum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
intercalare	—	0	—	0	0	—	—	—	?	—	—	—
squamosum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
postfront	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
prefront	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—
alisphenoid	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—
basisphenoid	—	0	0	—	—	—	—	—	—	0	0	0
orbitosphenoid	0	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
parasphenoid	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
								trichterförmiger knochen.				

Die Anwesenheit eines Knochens ist durch —, die Abwesenheit durch 0 angedeutet.

Digitized by Google

ERKLAERUNG DER TAFELN.

Auf allen Figuren ist der Knorpel *blau* angedeutet; auf den Querschnitten welche zum zweiten Abschnitt gehören ist der Knochen *braun* dargestellt, ebenso auf den zum vierten Abschnitt gehörigen Bildern. Auf den Figuren welche sich auf den dritten Abschnitt beziehen ist der Knochen einfach schwarz schattirt.

Gemeinschaftliche Abkürzungen für alle Figuren, von Fig. 1 bis Fig. 43 inclusive.

o.b.	Occipitale basilare.	i.c.	Intercalare.
o.l.	„ laterale.	v.	Foramen für den Vagus.
o.s.	„ superius.	gl.	„ „ Glossopharyngeus.
o.e.	„ externum.	f.	„ „ Facialis.
sq.	Squamosum.	tr.	„ „ Trigeminus.
p.	Petrosum.	opt.	„ „ Opticus.
f.	Frontale.	olf.	„ „ Olfactorius.
pf.	Postfrontale.	s.k.	Schleimkanal.
pr.f.	Praefrontale.	cs.p.	Canalis semicircularis posterior.
p s.	Parasphenoid.	cs.e.	„ „ externus.
b.s.	Basisphenoid.	cs.a.	„ „ anterior.
a.s.	Alisphenoid.	o.s.k.	Augenmuskelkanal.
o.s.	Orbitosphenoid.		

TAFEL I. FIG. 1—12.

Fig. 1. Schädel von Esox lucius im Umriss, nat. Grösse. Die punktirten und numerirten Linien bezeichnen die Orte der entsprechenden Querschnitte. *Fig.* 2 *bis Fig.* 10 *inclusive stellen in natürl. Grösse Querschnitte durch einen Hechtschädel von* 16*cm. dar.*

Fig. 2. Querschnitt durch das Vagus-Loch.

Fig. 3. „ „ den vorderen Rand des Occ. lat. Perspectivisch ist im Hintergrund die Stelle gezeichnet, wo das Foramen magnum (f. m.)

Digitized by Google

in die Schädelhöhle mündet; z. bezeichnet die Occ. lat. welche als zwei knöcherne Säulen das Hinterhauptsloch begrenzen. Die gemeinschaftliche Anfangsstelle des hinteren und äusseren halbkreisf. Kanales ist mit Y bezeichnet.

Fig. 4. Querschnitt durch den hinteren Rand des Petrosum.
Fig. 5. „ „ das Facialis-Loch.
Fig. 6. „ zwischen Facialis- und Trigeminus-Loch.
Fig. 7. „ durch das Trigeminus-Loch.
Fig. 8. „ vor dem „ „
Fig. 9. „ „ „ „ „, mit dem Basisphenoid und der nach vorn trichterförmig endigenden Schädelhöhle.
Fig. 10. Querschnitt durch das Præfrontale, h.o. die von den Musculi obliqui eingenommene Höhle.

Fig. 11 *bis Fig.* 14 *inclusive stellen Querschnitte durch den nicht ausgewachsenen Hechtschädel von* 3,5$^{cm.}$ *dar.* Vergrösserung 8.

Fig. 11. Querschnitt dicht vor dem Vagus-Loch.
Fig. 12. „ zwischen dem Fac. und Trig.-Loch.

TAFEL II. FIG. 13—22.

Fig. 13. Querschnitt durch das Trig.-Loch.
Fig. 14. „ vor dem „ „

Fig. 15 *bis Fig.* 20 *inclusive stellen Querschnitte durch den ausgewachsenen Lachsschädel dar. Natürliche Grösse.*

Fig. 15. Querschnitt durch das Vagus-Loch.
Fig. 16. „ „ den vorderen Rand des Occ. lat.
Fig. 17. „ „ „ hinteren „ des Petrosum.

c. s. ant. deutet die Stelle an wo der Can. semic. ant. unter dem mit * bezeichneten knöchernen Vorsprung verläuft.

Fig. 18. Querschnitt durch das Facialis-Loch.
Fig. 19. „ „ „ Trigeminus-Loch.
Fig. 20. „ „ „ Praefrontale. h.o. Höhle für die Musculi obliqui Olf. die Höhle für den N. olfactorius.
Fig. 21. Hinterhaupt von Esox lucius. Nat. Grösse.
Fig 22. Profilansicht des Schädels v. Esox lucius Nat. Grösse v.o.s.k., vorderer Augenmuskelkanal.

Digitized by Google

TAFEL III. FIG. 23—36.

Fig. 23. Schädel von Esox lucius von oben gesehen. Obl. die Musculi obliqui welche sich nach vorn im Knorpel ausdehnen, v.o.s.k. Die Musculi recti r sind kaum zu sehen. Die Nervi Olfactorii verlaufen im knorpeligen Interorbitalseptum.

Fig. 24. Schädel von Cyprinus carpio, von hinten. Nat. Grösse.

Fig. 25. „ „ „ „ im Profil „ „

Fig. 26. „ „ Silurus glanis, von hinten „ „

Fig. 27. „ „ „ „ im Profil „ „

Fig. 28. „ „ Clupea harengus „ „ Zweifach vergrössert.

Fig. 29. Senkrechter Querschnitt durch die Orbita von Cl. har. um das Basisphenoid und die zweite Fläche des Petrosum zu zeigen. Zweifach vergrössert.

Fig. 30. Schädel von Aulopus filamentosus, Innenseite des der Länge nach in der Mitte durchgesägten Schädels. Der trichterförmige Knochen ist mit t.b. angedeutet.

Fig. 31. Schädel von Gadus lota, von hinten. Nat. Grösse.

Fig. 32. „ „ „ „ im Profil. „ „

Fig. 33. „ „ Diagramma punctata im Profil. Nat. Grösse.

Fig. 34. „ „ Haemulon heterodon „ „ „ „

Fig. 35. „ „ Otolithus „ „ „ „

Fig. 36. Horizontaler Querschnitt durch das Intercalare am Lachsschädel. Nat. Grösse.

TAFEL IV. FIG. 37—45.

Fig. 37 *bis Fig.* 43 *inclusive stellen Querschnitte durch den Schädel des unausgewachsenen Lachses von* 2,7*cm. dar*, sie sind bei 24-facher Vergrösserung mit der Camera lucida gezeichnet, nachdem die Knochenpuncte durch eine schwache Höllensteinlösung gefärbt worden waren.

Fig. 37. Profil-Ansicht des ganzen Schädels.

Fig. 38. Querschnitt durch den hinteren Rand des Occ. lat. Das Foramen magnum ist mit f.o.m. bezeichnet.

Fig. 39. Querschnitt durch das Vagus-Loch.

Fig. 40. „ „ den vorderen Rand des Occ. lat.

Fig. 41. „ zwischen Occ. lat. und Petrosum.

Digitized by Google

Fig. 42. Querschnit durch den hinteren Rand des Petrosum.

Fig. 43. „ vor dem Facialis-Loch; f. der Kanal zwischen Trigeminus und Facialis.

Gemeinschaftliche Abkürzungen für die zum vierten Abschnitt gehörigen Figuren. Fig. 44—55.

o.b. Occipitale basilare.
o.l. „ latcrale.
o.s. „ superius.
b.s. Basisphenoid.
f. cond. Foramen condyloideum auterius.
f.j. „ jugulare.
f.o.m. „ magnum.
f.o. Fenestra ovalis.
f.r. „ rotunda s. triquetra.
m.a.i. Meatus auditorius internus.
h.f. Hiatus Fallopii.
c. Cochlea.
cs.a. Canalis semicircularis anterior.
cs.p. „ „ posterior.
p.p.m. Processus paramastoideus.
k.s. Knorpelstiel.
d.m. Höhle für die Dura mater.

Fig. 44. Der hinterste Theil des Primordialschädels eines menschl. Embryo's von 12cm. von der Innenseite. Das spätere Felsenbein ist noch ganz knorpelig; d. m. ist eine blindendigende Höhle in welche die Dura mater eindringt, am ausgewachsenen Schläfenbein ist diese Höhle bisweilen noch durch einen Schlitz repraesentirt. Quain Hoffmann ("Lehrbuch der Anatomie" I Band, Seite 63) nennt diese Höhle Foramen subarcuatum. Der vordere Theil des Schädels ist hier und bei den folgenden Figuren nicht mit abgebildet, da es sich hier nur um die Knochenpunkte des Schläfenbeins handelt.

Fig. 45. Primordial-Schädel eines menschl. Embryo's von 17cm.; untere Seite des Schädels. Die beiden Condyli occipitales sind noch knorpelig. Die Grube in welcher der Facialis verläuft ist mit † bezeichnet. Die Knochenpunkte auf diesem und den folgenden Bildern sind durch Zahlen angedeutet.

TAFEL V. FIG. 46—55.

Fig. 46. Innere Ansicht des nämlichen Schädels; t. tymp. deutet das noch nicht knöcherne Tegmen tympani an.

Fig. 47. Linke Gehörregion des Primordialschädels eines menschl. Embryos von 20cm., Innenseite des Schädels. Der vierte und zweite Knochenpunct sind grösser, der dritte ist kleiner wie beim vorigen Stadium.

Digitized by Google

Fig. 48. Linke Gehörregion eines menschl. Embryos von 24cm.; untere Seite des Schädels, die Pars mastoidea ist noch knorpelig und zeigt zwei Knochenpunkte: 5 und 6.

Fig. 49. Linke Gehörregion eines Rindembryos von 30cm.; untere Seite des Schädels; k.s. der Knorpelstiel, Ueberrest des knorpeligen Zungenbeinbogens, der innerhalb der Trommelhöhle liegt, später mit dem Processus paramastoideus verwächst und die dritte Abtheilung des Fallopischen Kanales bildet; p.p.m. der Processus mastoideus; f.f. die Stelle wo der N. Facialis, vom Innern des Schädels kommend, an der untern Schädelfläche zu Tage tritt.

Fig. 50. Linke Gehörregion eines Rindembryos von weniger als 30cm. Die ganze schattirte Vertiefung welche unter dem Knorpel-Vorsprung (der den 4ten Knochenpunct trägt) liegt, entspricht dem Meatus audit. int. des Menschen; diese Oeffnung ist hier also im Verhältniss viel grösser.

Fig. 51. Linke Gehörregion eines Schweinsembryos von 16cm.; untere Seite des Schädels; k.s. der Knorpelstiel-Rest des knorpeligen Zungenbeinbogens der in der Trommelshöhle zurück bleibt.

Fig. 52. Das nämliche Stadium von der Innenseite des Schädels.

Fig. 53. Untere Seite des Schädels eines menschl. Embryos, bei dem das Felsenbein und die Parsmastoidea bereits ganz knöchern sind; k.s. der Knorpelstiel, der das Foramen stylomastoideum bildet; dieser Theil entspricht dem mit k.s. bezeichneten Theil beim Rind und Schwein. Der Annulus tympanicus ist theilweise weggenommen um den Knorpel frei zu legen; c.t. Cavum tympani.

Fig. 54. Innere Ansicht des Schädels von Echidna.

Fig. 55. Untere Seite des Schädels von Echidna vergrössert, der Annulus tympanicus ist weggenommen, sodass man in der sehr seichten Trommelhöhle bei o die Stelle sieht, wo sich der Facialis von der inneren zur äusseren Seite des Schädels begibt, um in einer Rinne an der Fenestra ovalis (f.o.) vorüber zu laufen (ein rundes Fenster fehlt); f'. muthmassliche Stelle wo der Facialis die Trommelhöhle verlässt.

Digitized by Google

NACHSCHRIFT.

Die vorliegende Untersuchung des Herrn Dr. AGNITES JACOBUS VROLIK erschien schon im November 1872 als Leidener Dissertation in holländischer Sprache. Um dieselbe einem grösseren Leserkreise zugänglich zu machen, verfasste Herr Dr. VROLIK in Jena eine deutsche Uebersetzung, in welche zugleich noch einige Zusätze hineingearbeidet wurden.

Es sollte diese erste Arbeit des Herrn Dr. VROLIK auch seine letzte sein!

Im März dieses Jahres hatte derselbe sich behufs zoologischer Studien nach Messina begeben, als ein typhöses Fieber, von dem ihn weder die Wissenschaft noch die treue Pflege seiner Freunde zu erretten vermochte, ihn plötzlich im Alter von beinahe sechsundzwanzig Jahren dahinraffte, nachdem ihm schon die höchste wissenschaftliche Stellung bis zum Erfassen nahe gerückt war.

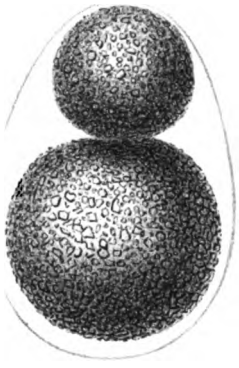
Wird die Wissenschaft der Leistungen dieses jungen Forschers gedenken — Alle die ihm nahe gestanden werden seinen liebenswürdigen Humor, die Ehrenfestigkeit seines Characters, die Treue seiner Freundschaft in stetem Andenken bewahren.

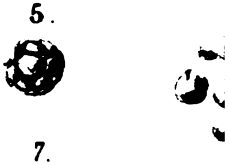
Leiden, 20 Mei 1873. SELENKA.

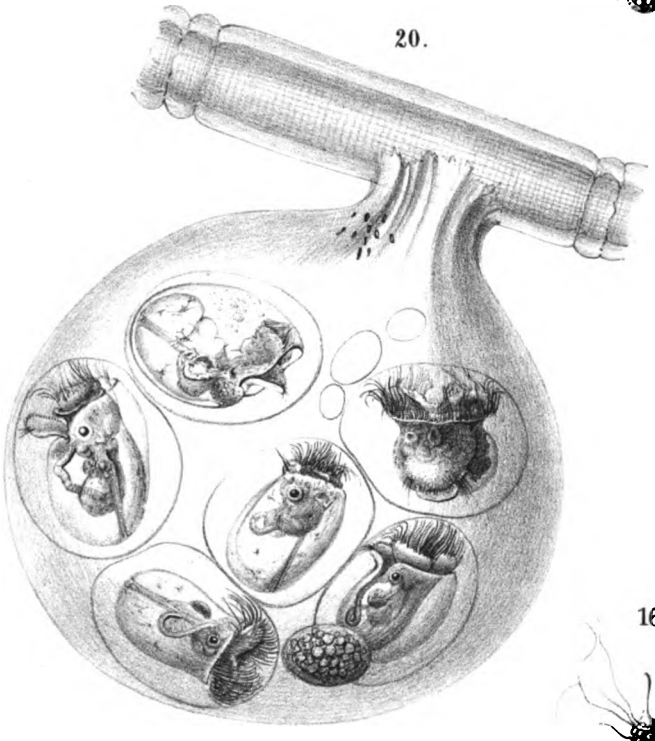
Digitized by Google

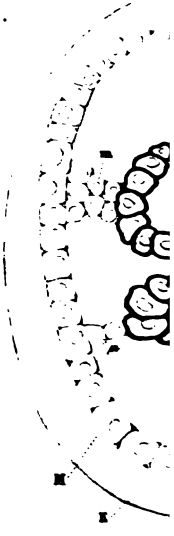
Digitized by Google

Digitized by Google









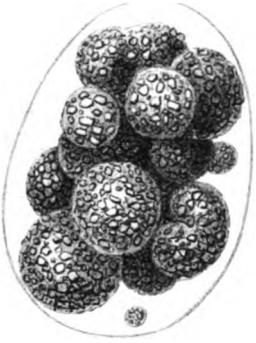
Digitized by Google

6.

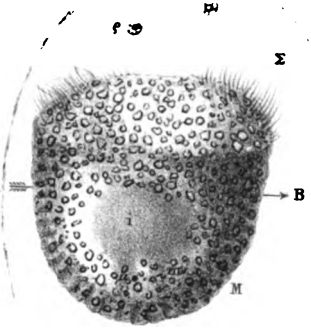
8.

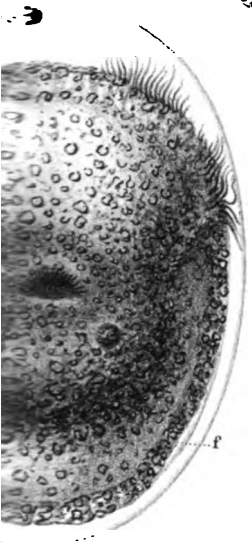
9.

2.



4.

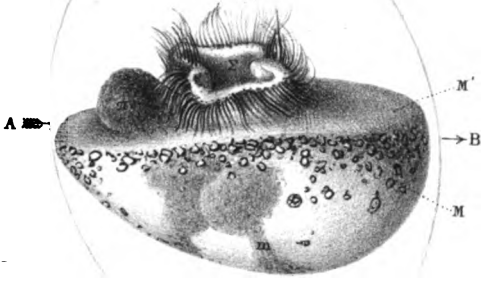




D

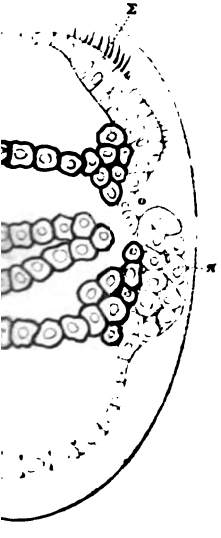
12.

17.



18.

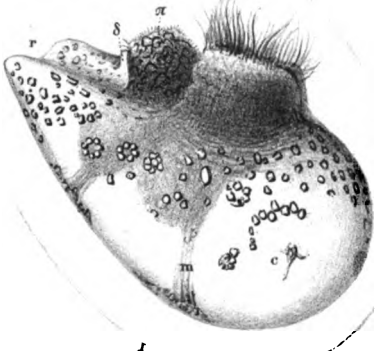
11.



C

13.

D



19

C

Digitized by Google

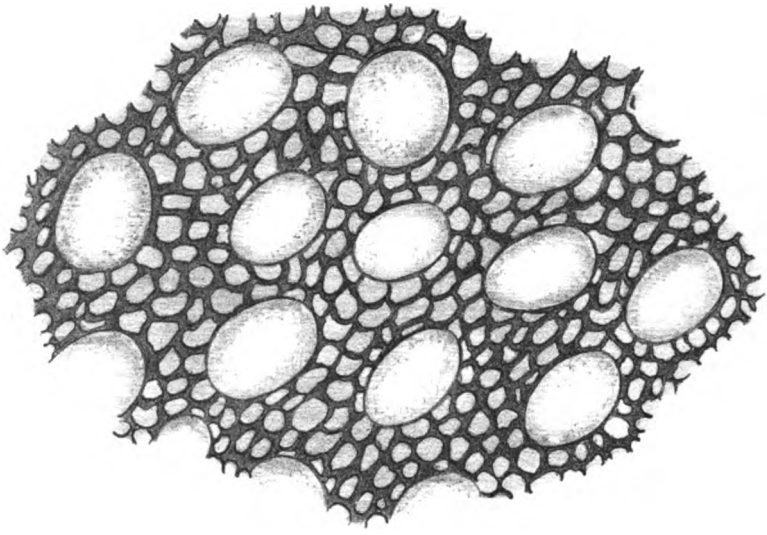
Digitized by Google

Digitized by Google

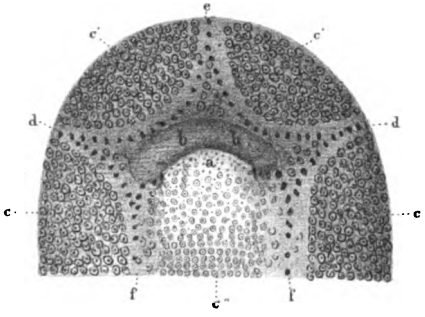
Digitized by Google

Digitized by Google

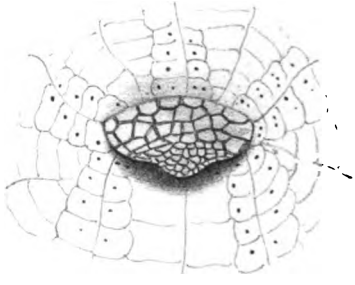
1.



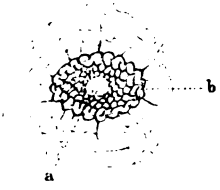
5.



6.



7.

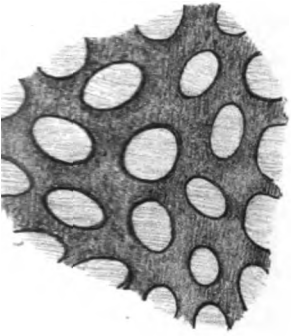


8.

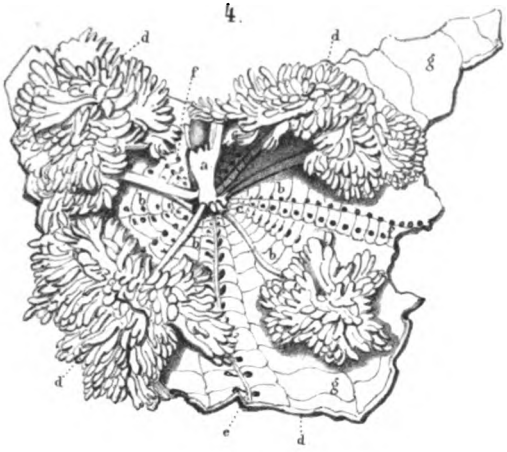
11.

Digitized by Google

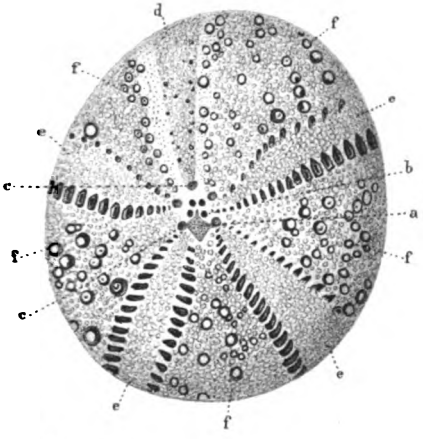
2.



4.

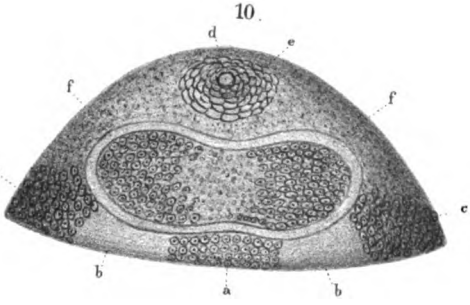


3.



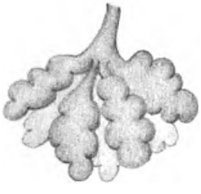
14.

10.



9.

12.



13.

Digitized by Google

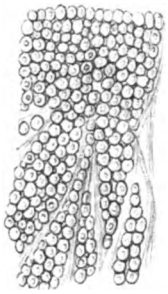
Digitized by Google

Digitized by Google

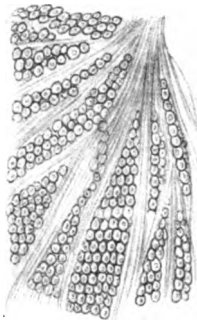
Digitized by Google

Digitized by Google

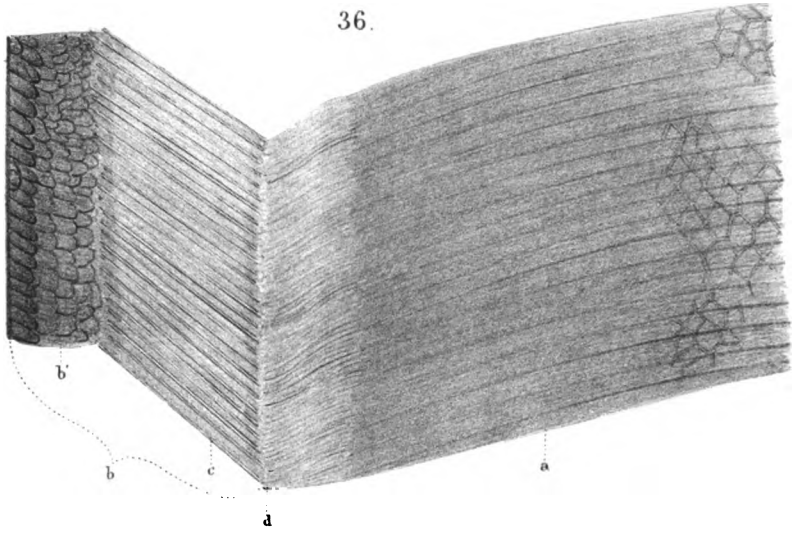
31.



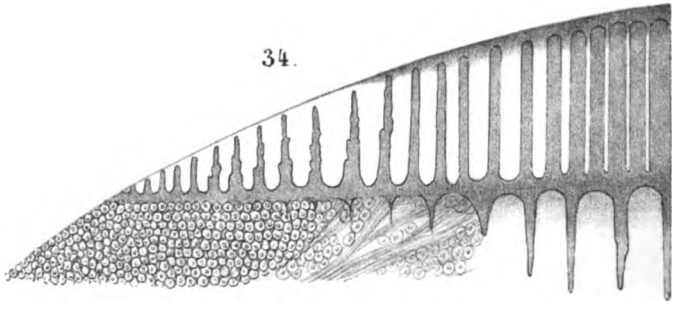
32.



36.

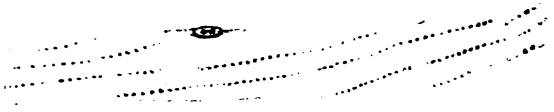


34.



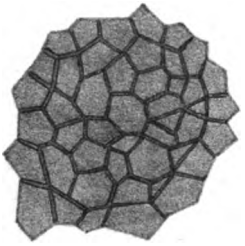
Digitized by Google

33.



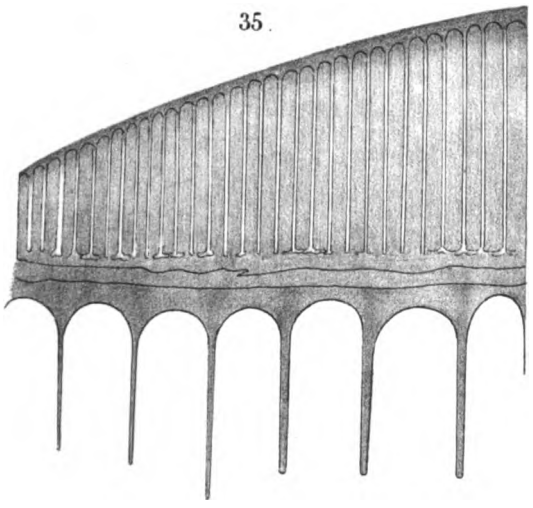
38.

37.



39.

35.



Digitized by Google

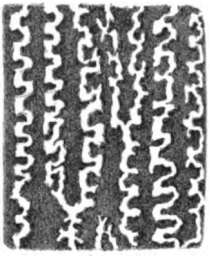
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

45.



46.

47.

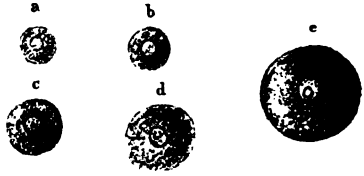
53.

52.

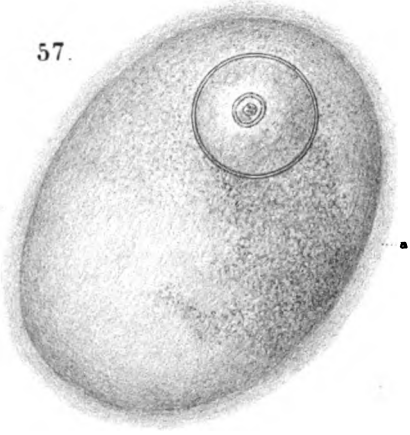
54.

55.

58.



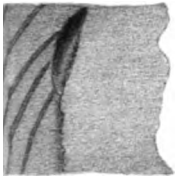
57.



59.

Digitized by Google

48.

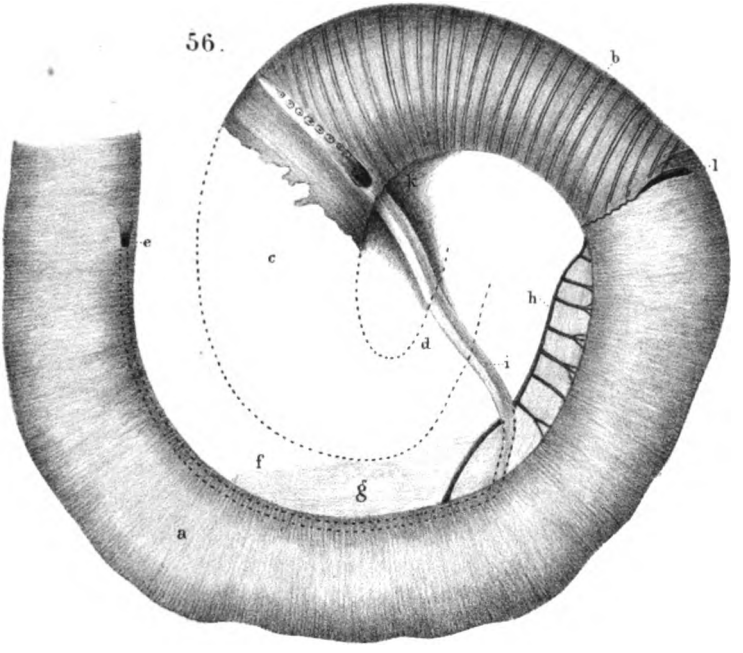


49.

50.

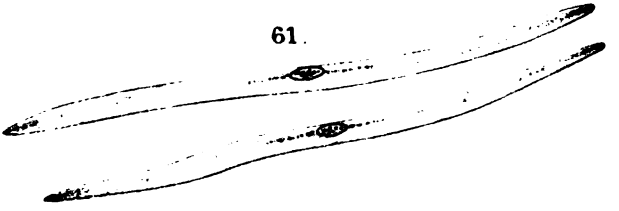
51.

56.



60.

61.



62.

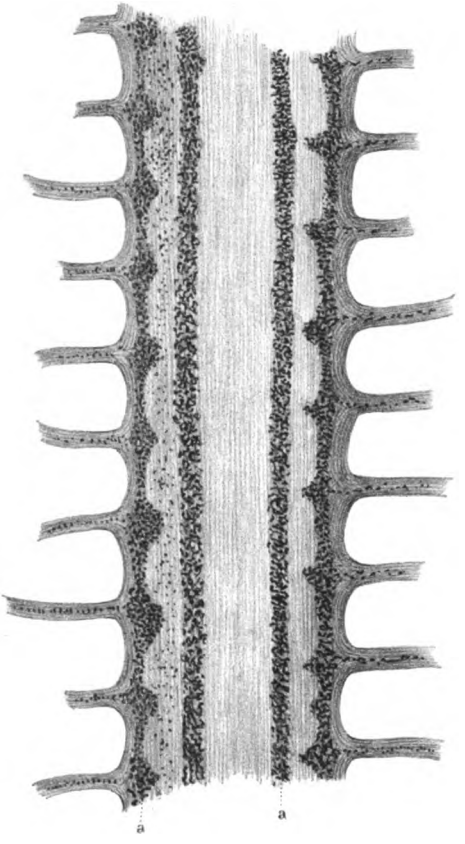
63.

Digitized by Google

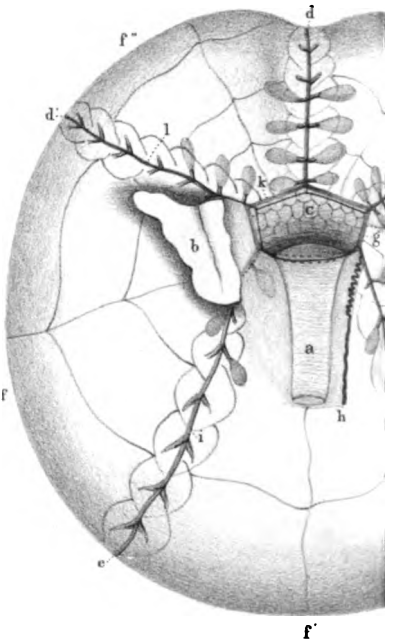
Digitized by Google

Digitized by Google

64.



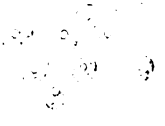
68.



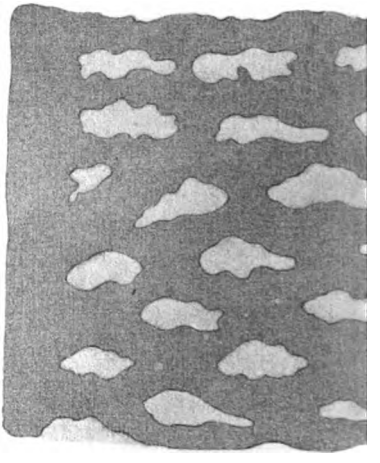
66.

65.

67.

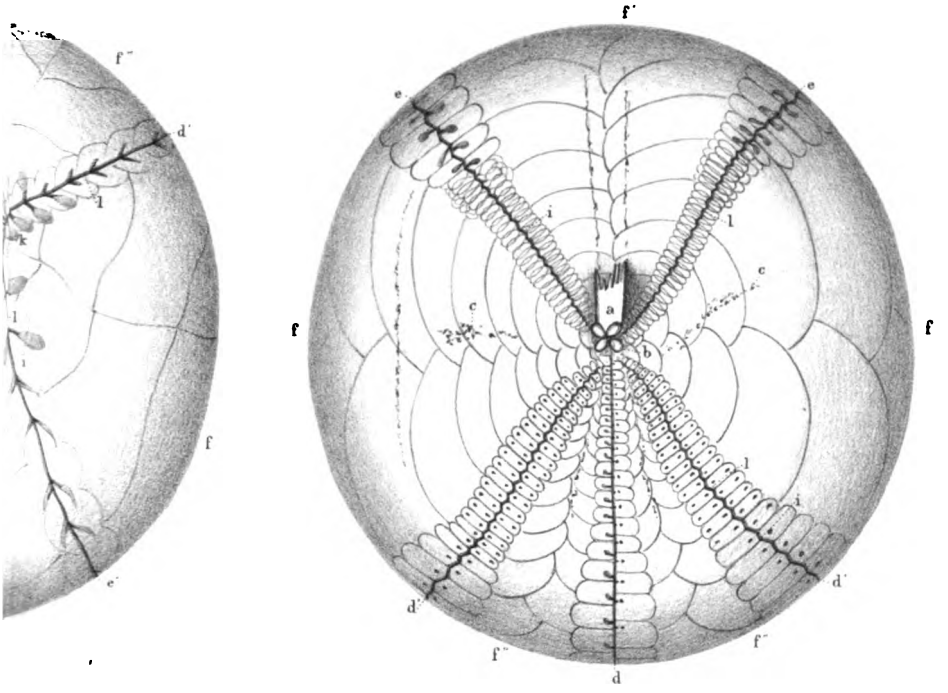


70.

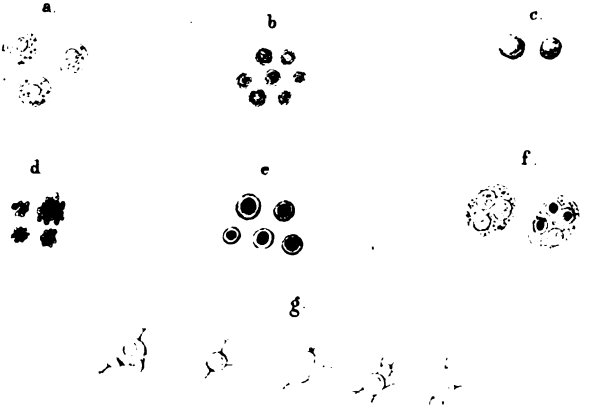


Digitized by Google

69.



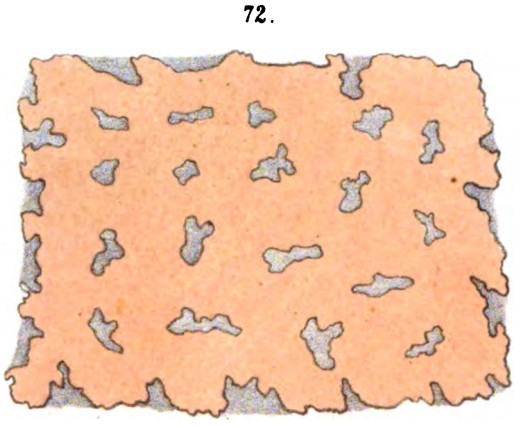
71.

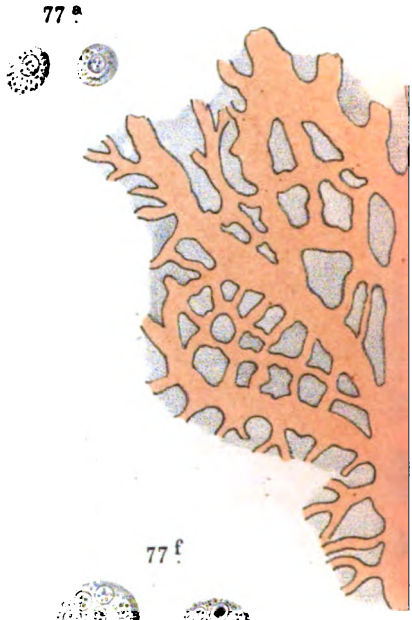


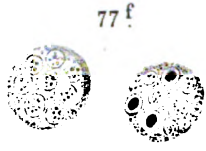
Digitized by Google

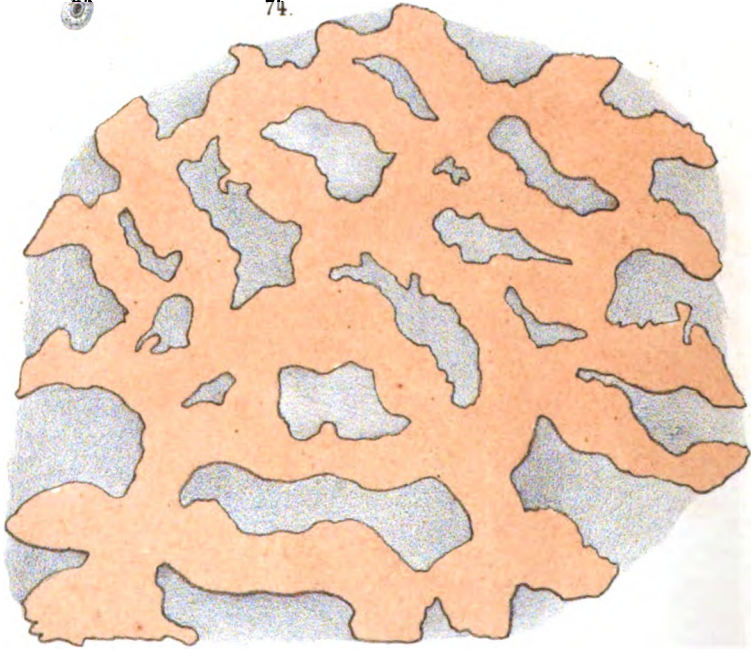
Digitized by Google

Digitized by Google



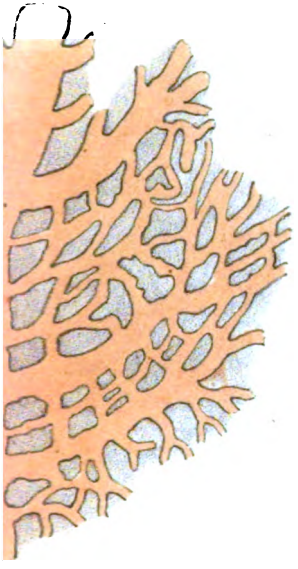






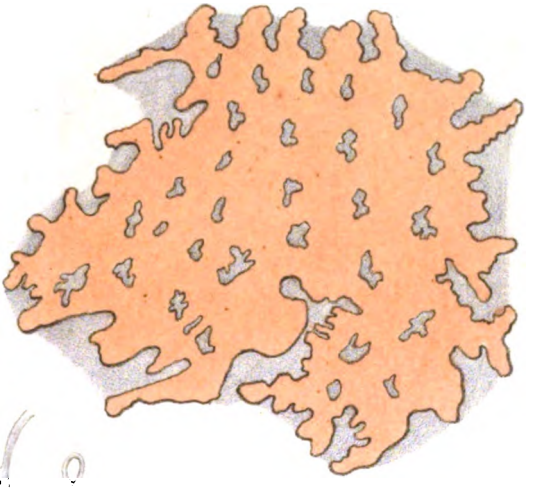
Digitized by Google

75.



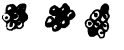
77 b

73.



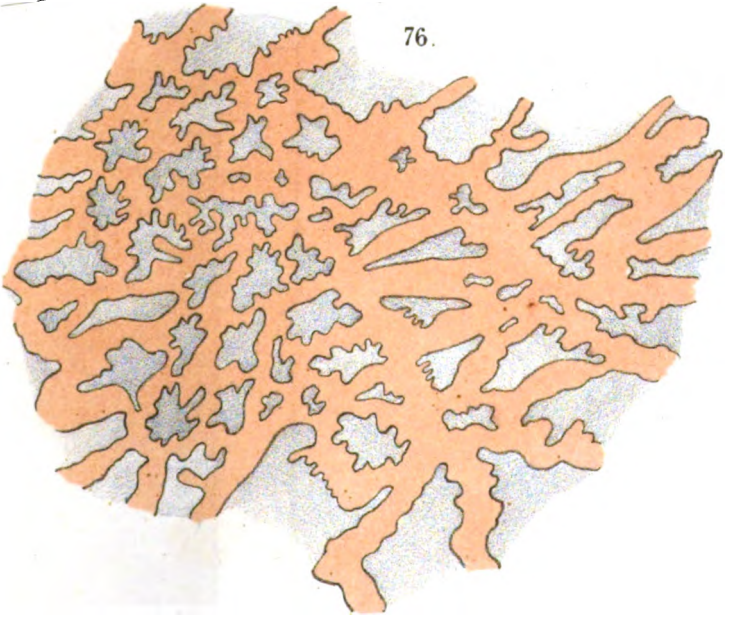
77 h

77 k



77 g

76.

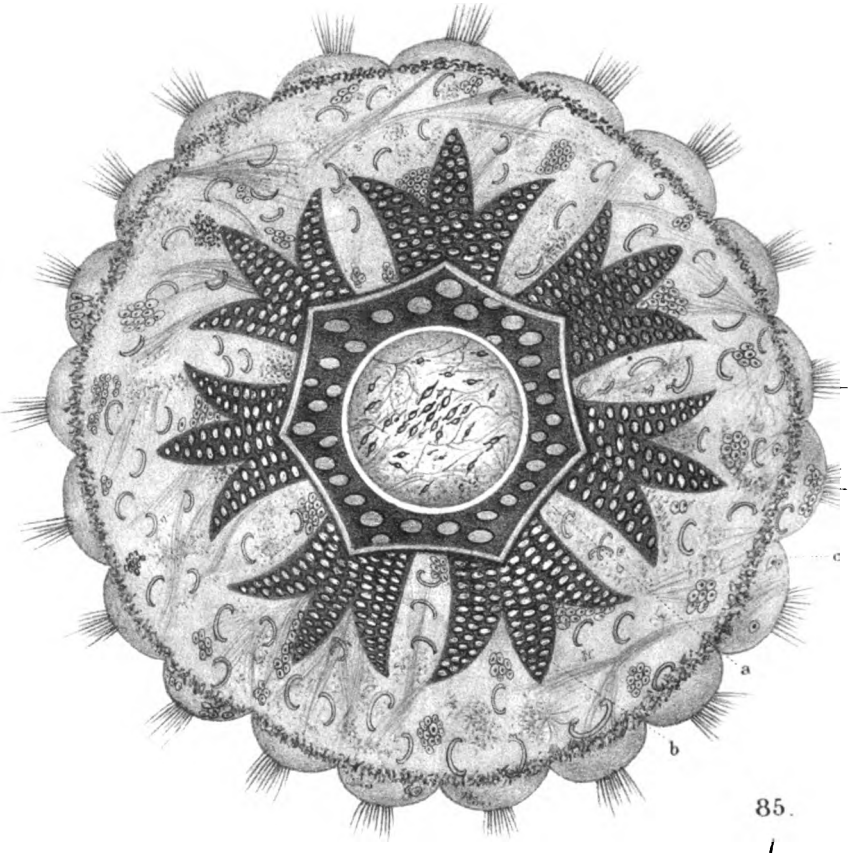


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

78.



85.

82.

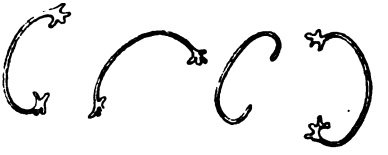
83.

Digitized by Google

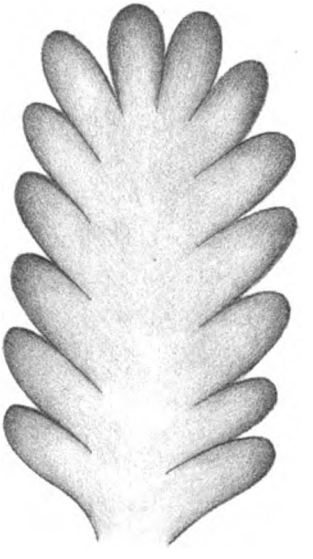
79.

80.

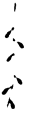
81.



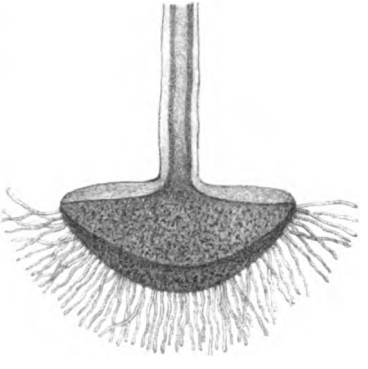
88.



87.



89.

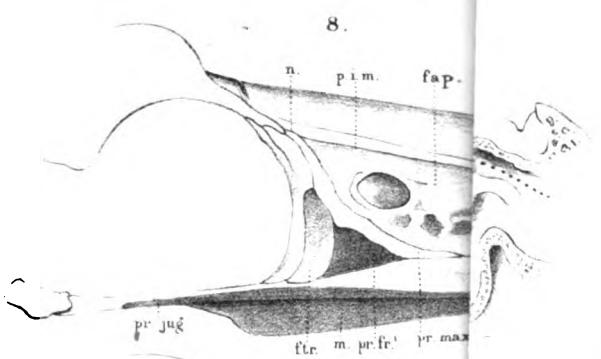


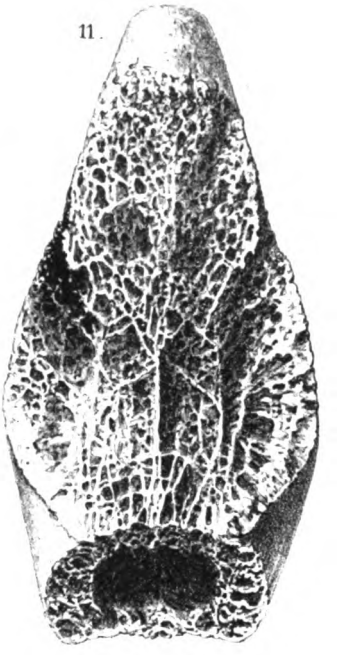
86.

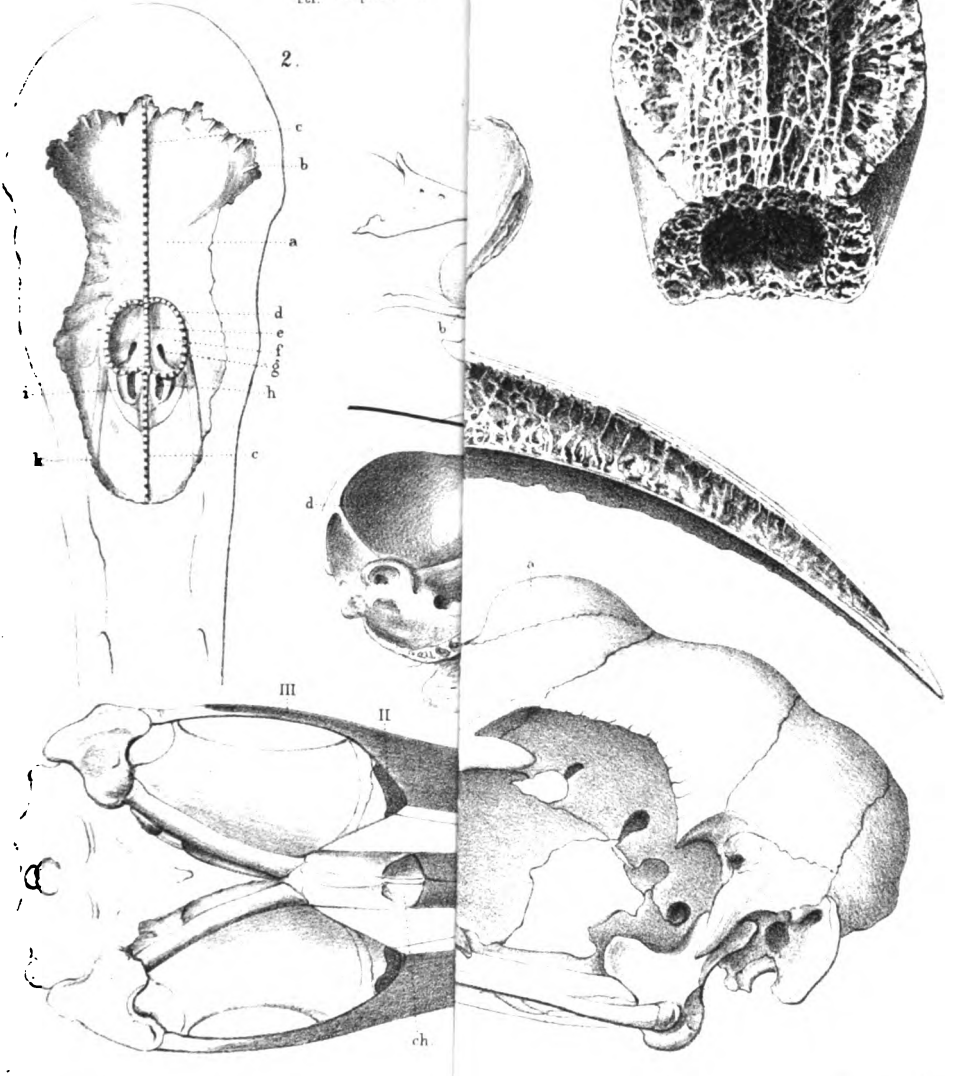
90.

Digitized by Google

Digitized by Google

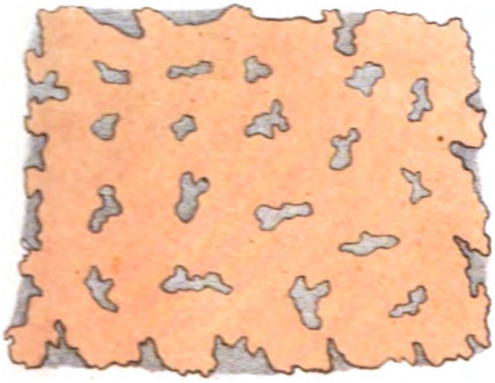




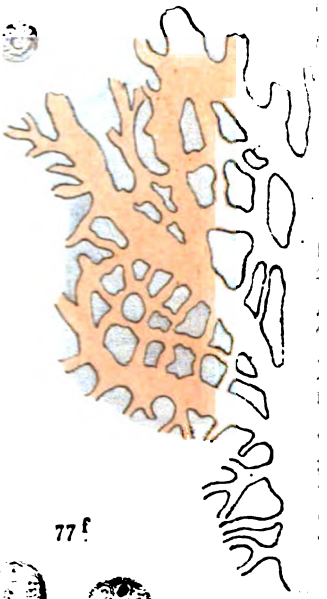


Digitized by Google

72.



77 a



77 c'

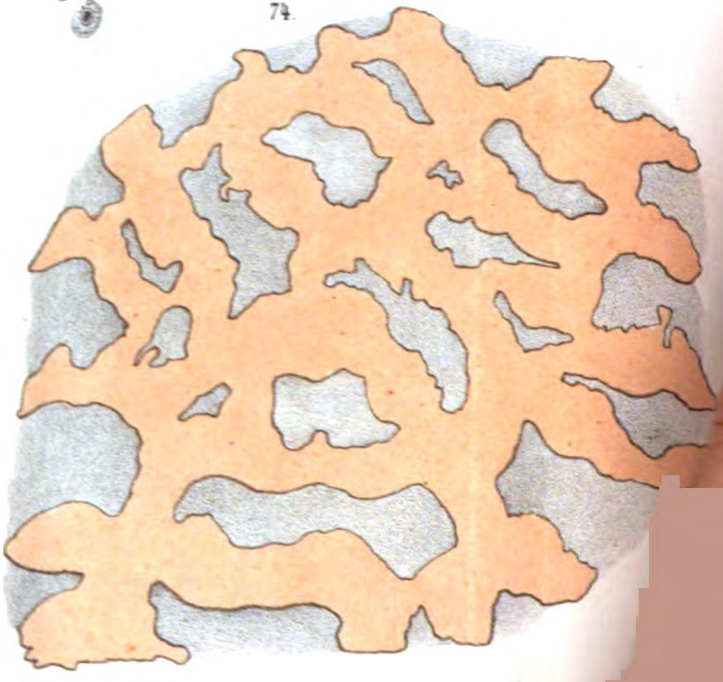
77 e

77 d

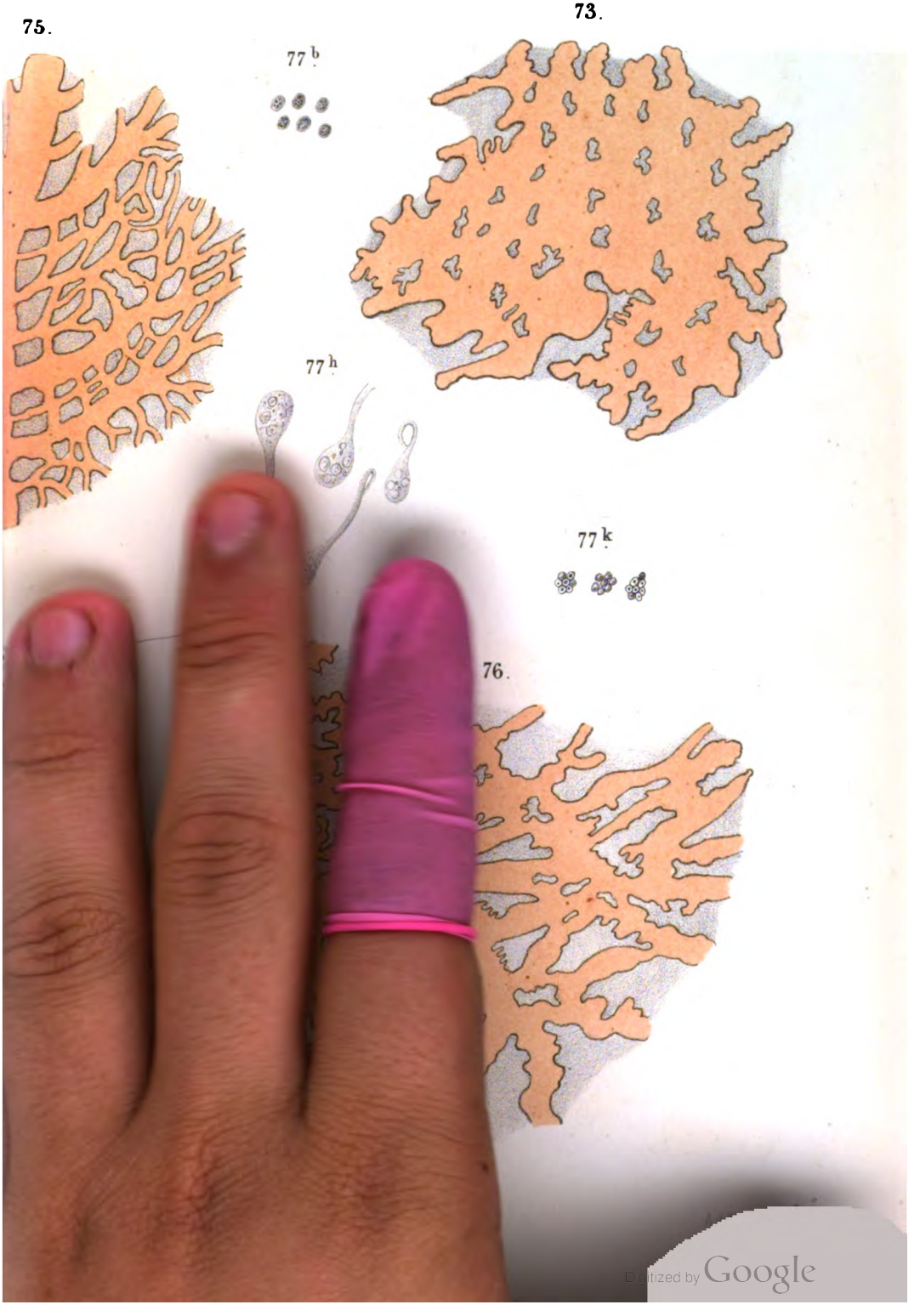
77 f

77 c

74.



Digitized by Google

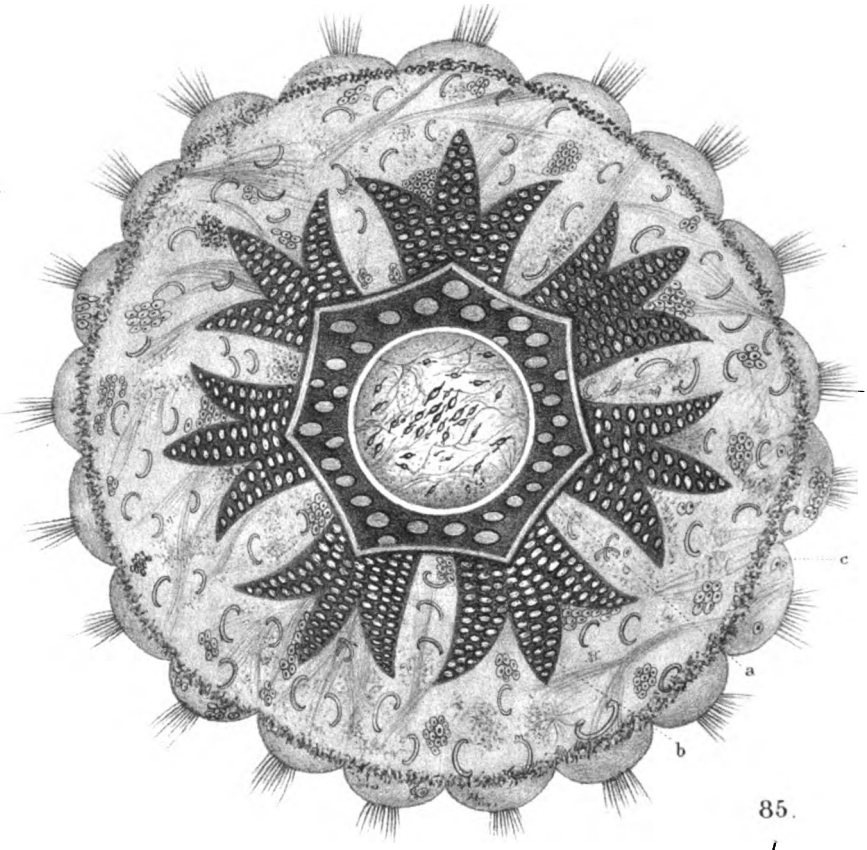


Digitized by Google

Digitized by Google

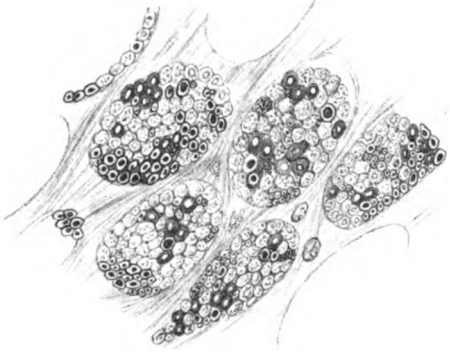
Digitized by Google

78.

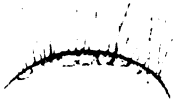


85.

82.



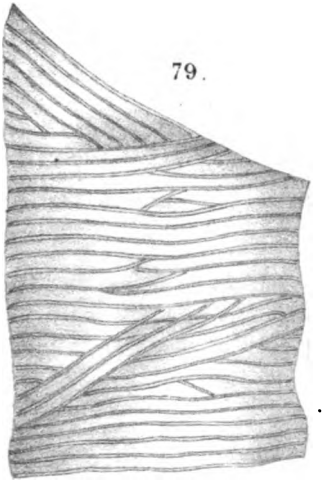
83.



C. K. Hoffmann del.

Digitized by Google

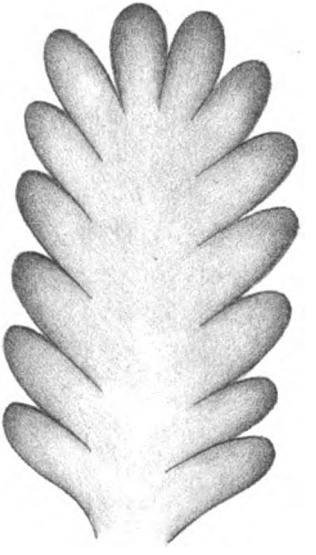
79.



80.

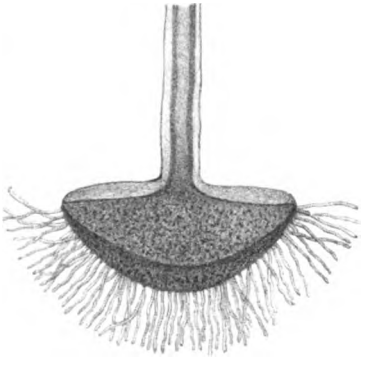
81.

88.



87.

89.

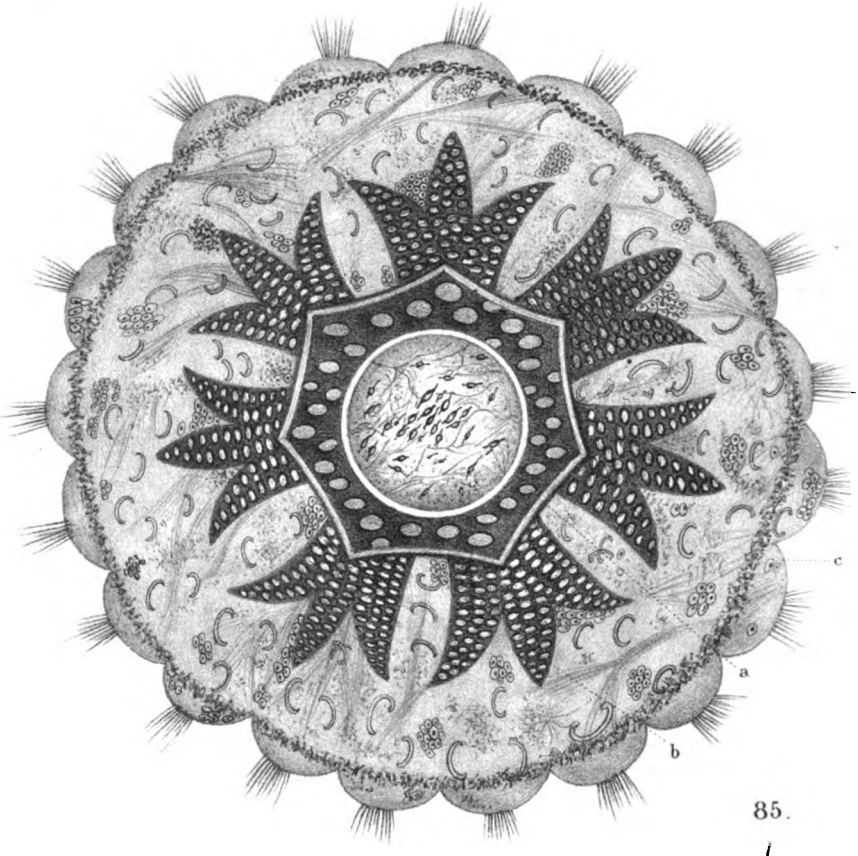


86.

90.

Digitized by Google

78.



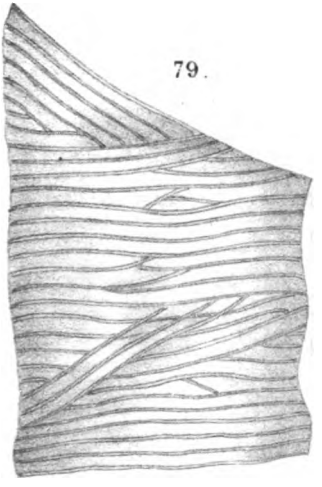
85.

82.

83.

Digitized by Google

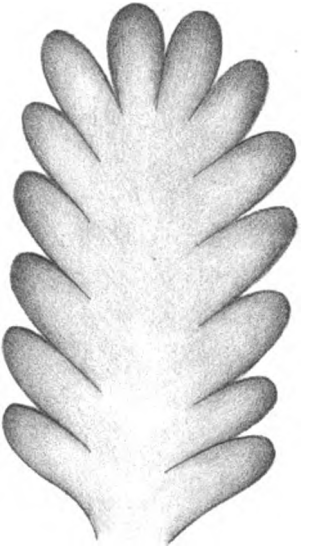
79.



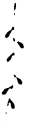
80.

81.

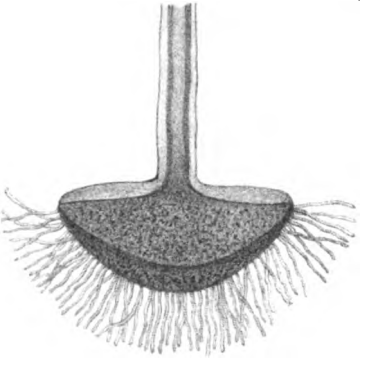
88.



87.



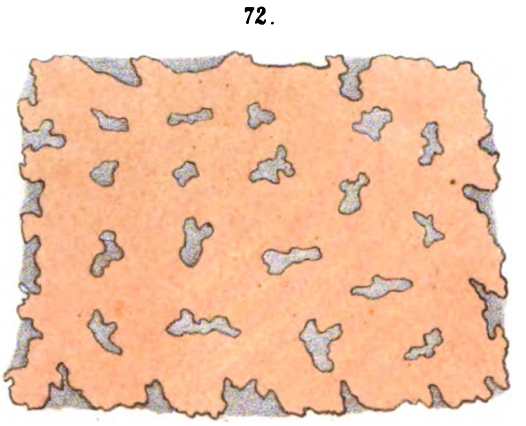
89.

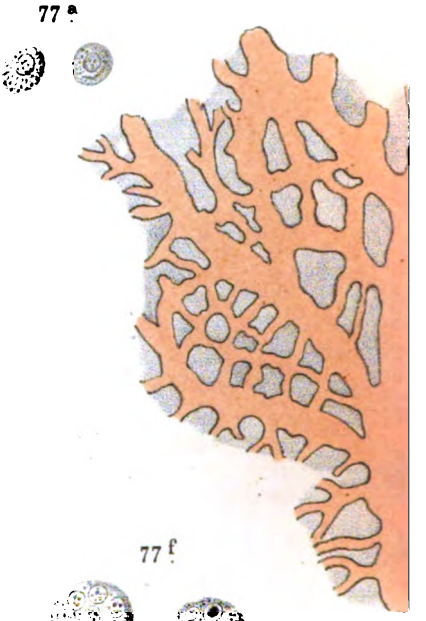


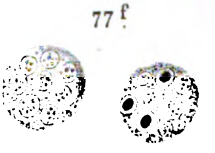
86.

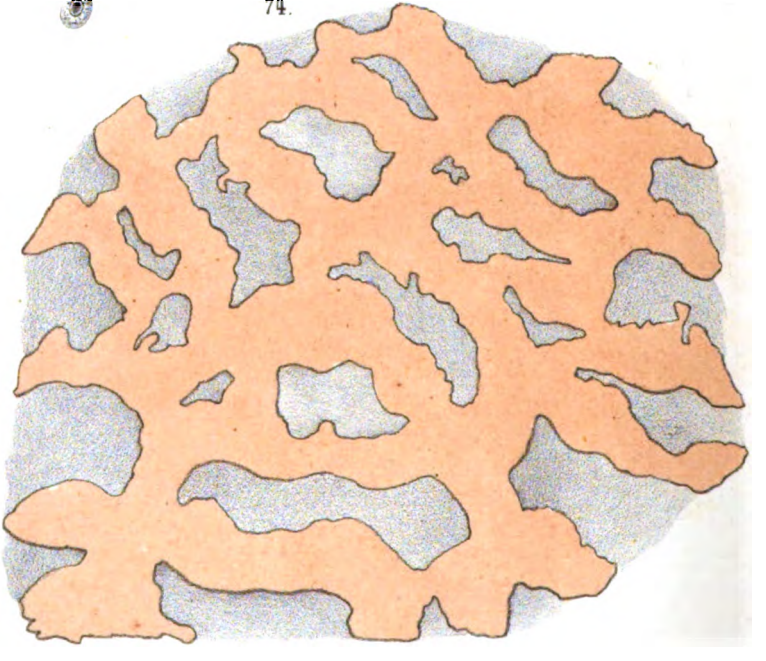
90.

Digitized by Google

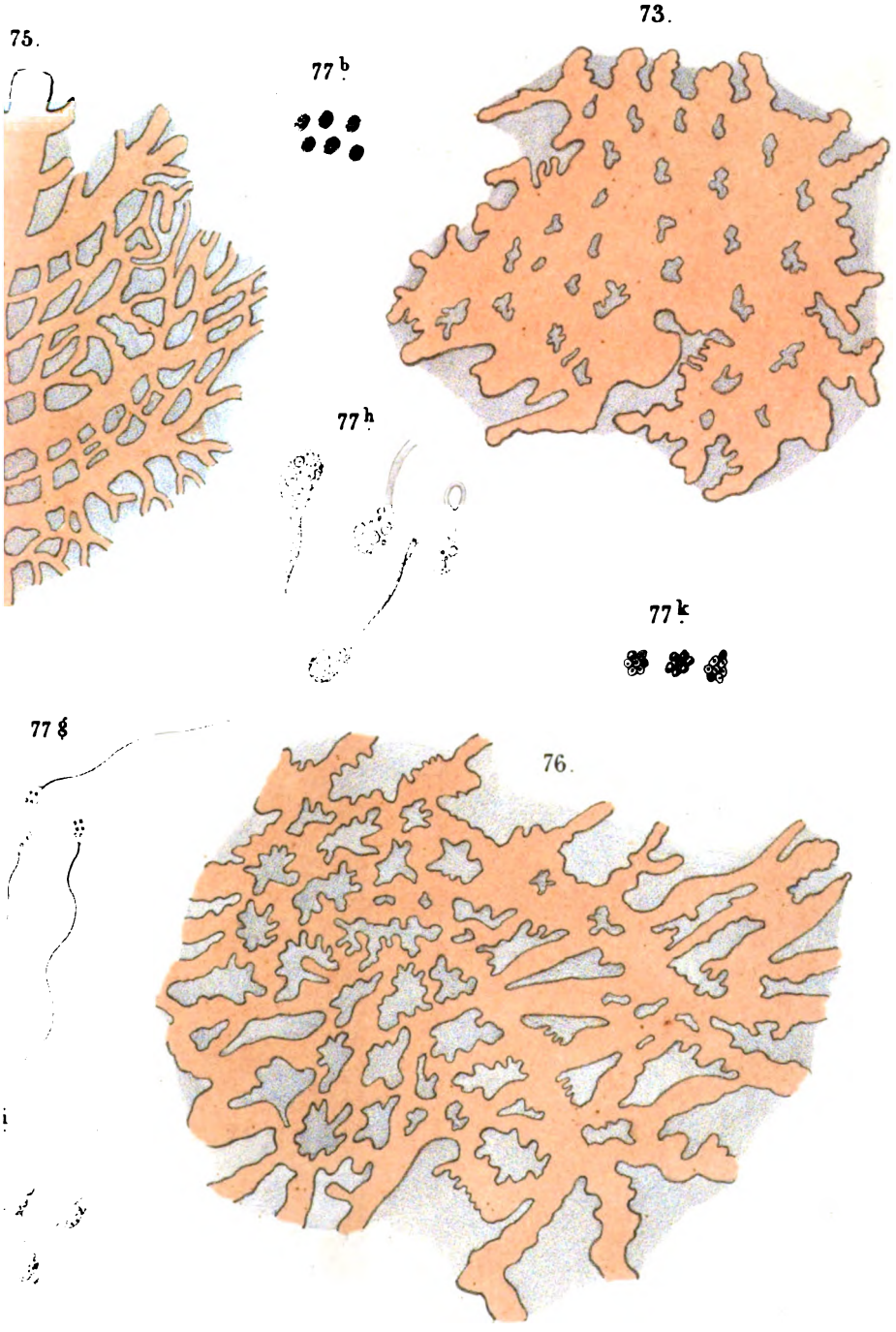








Digitized by Google

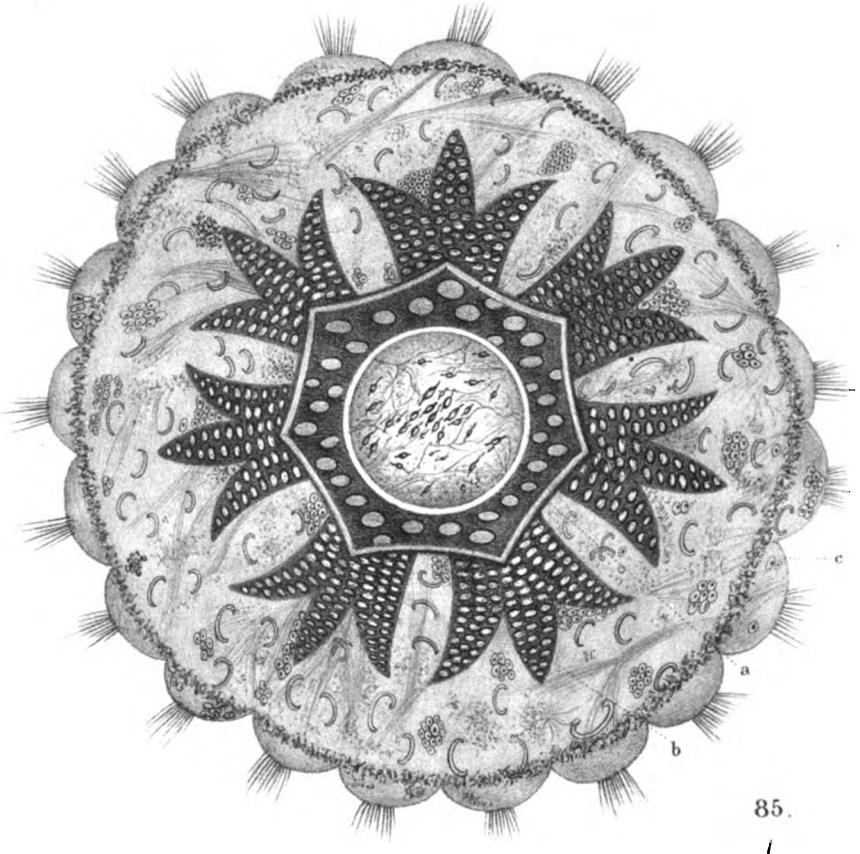


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

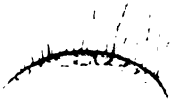
78.



85.

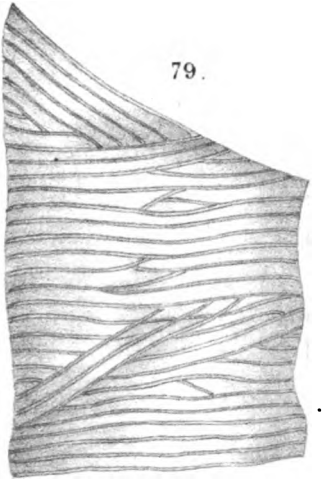
82.

83.



Digitized by Google

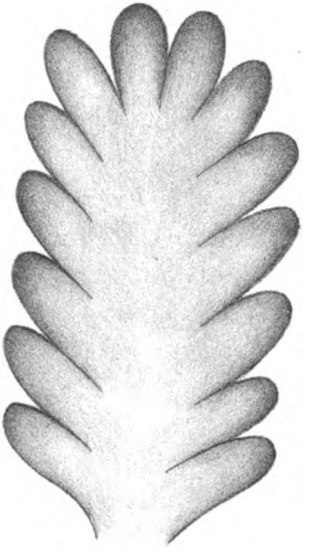
79.



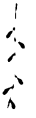
80.

81.

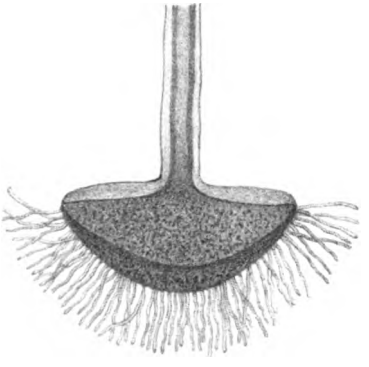
88.



87.



89.

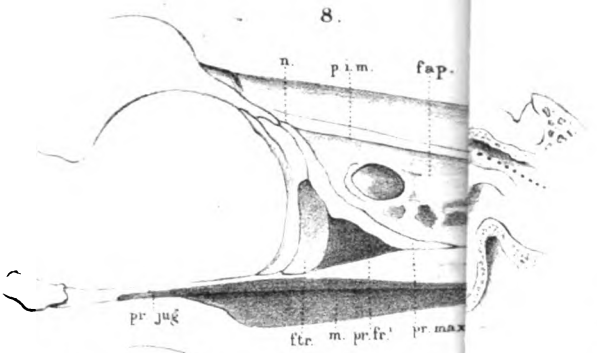


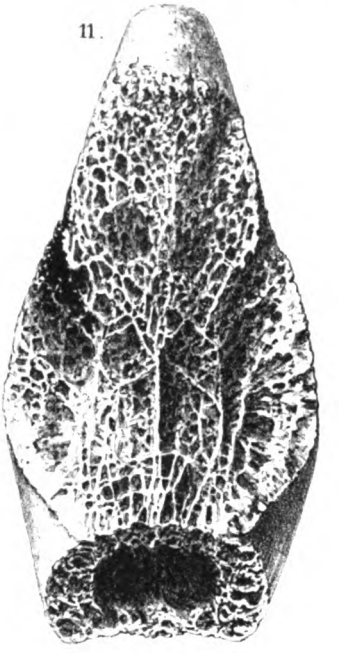
86.

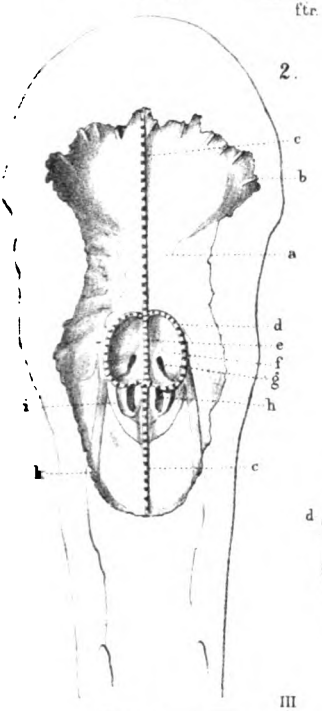
90.

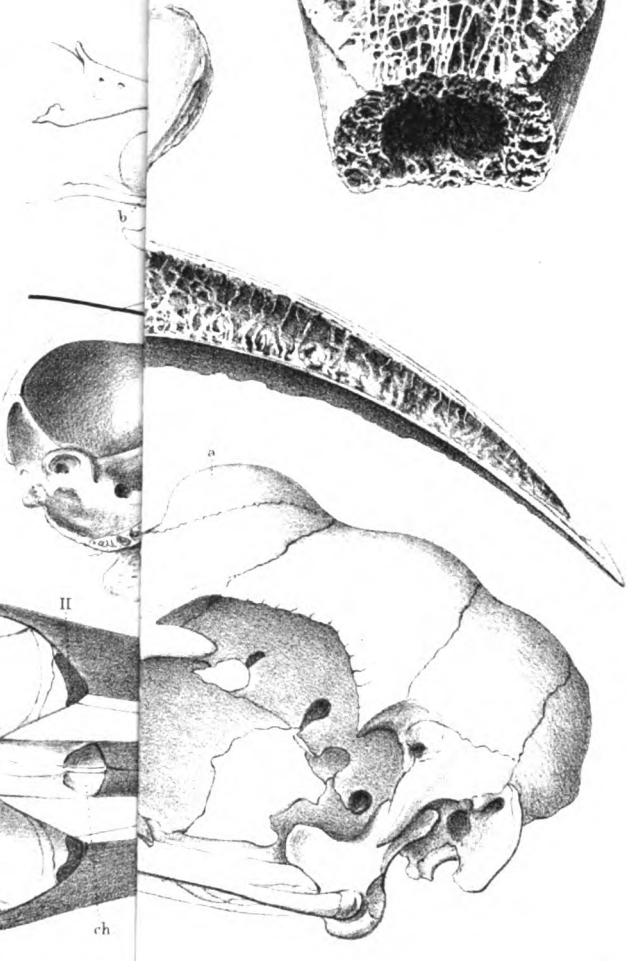
Digitized by Google

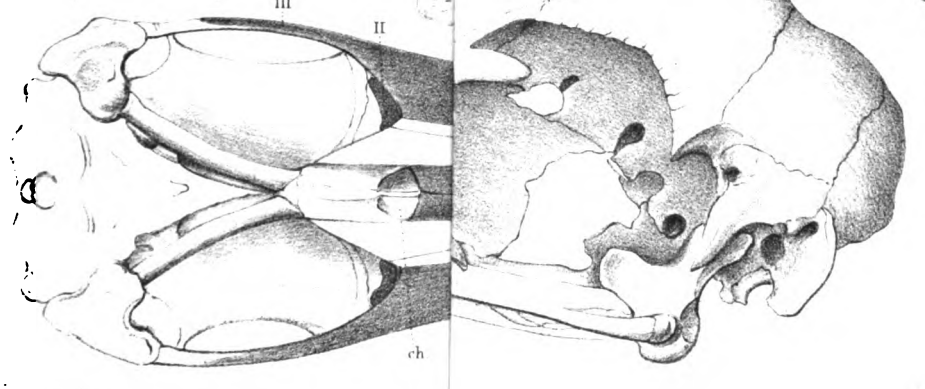
Digitized by Google





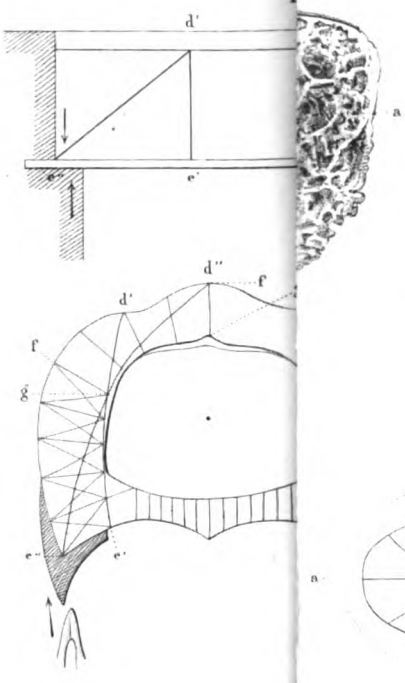


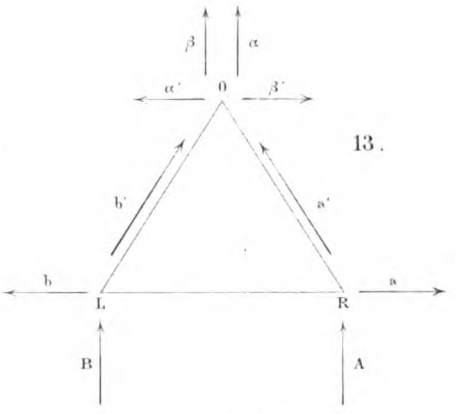


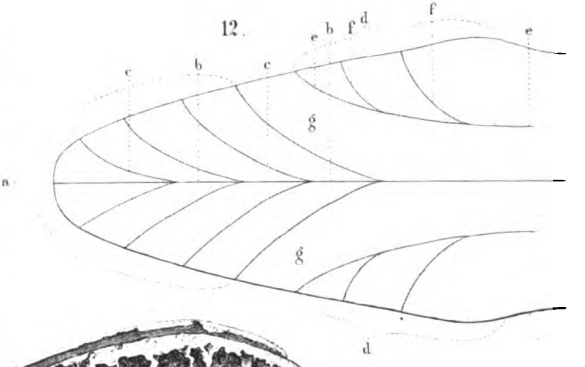


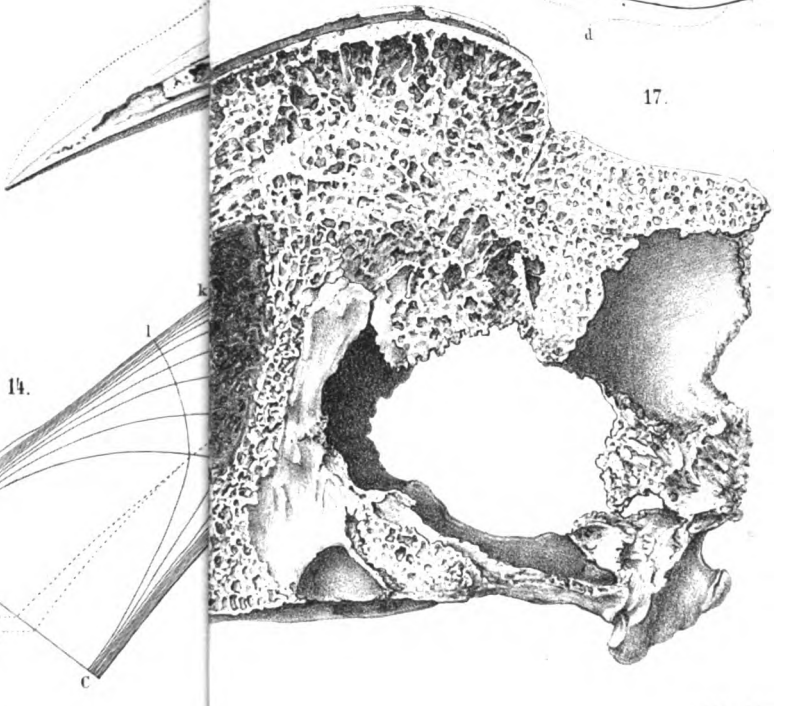
Digitized by Google

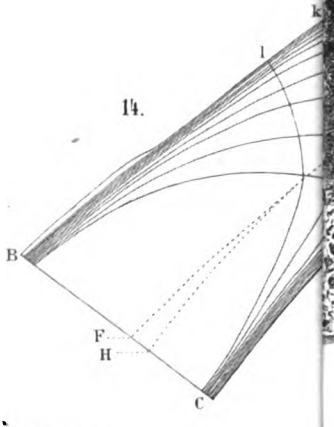
Digitized by Google









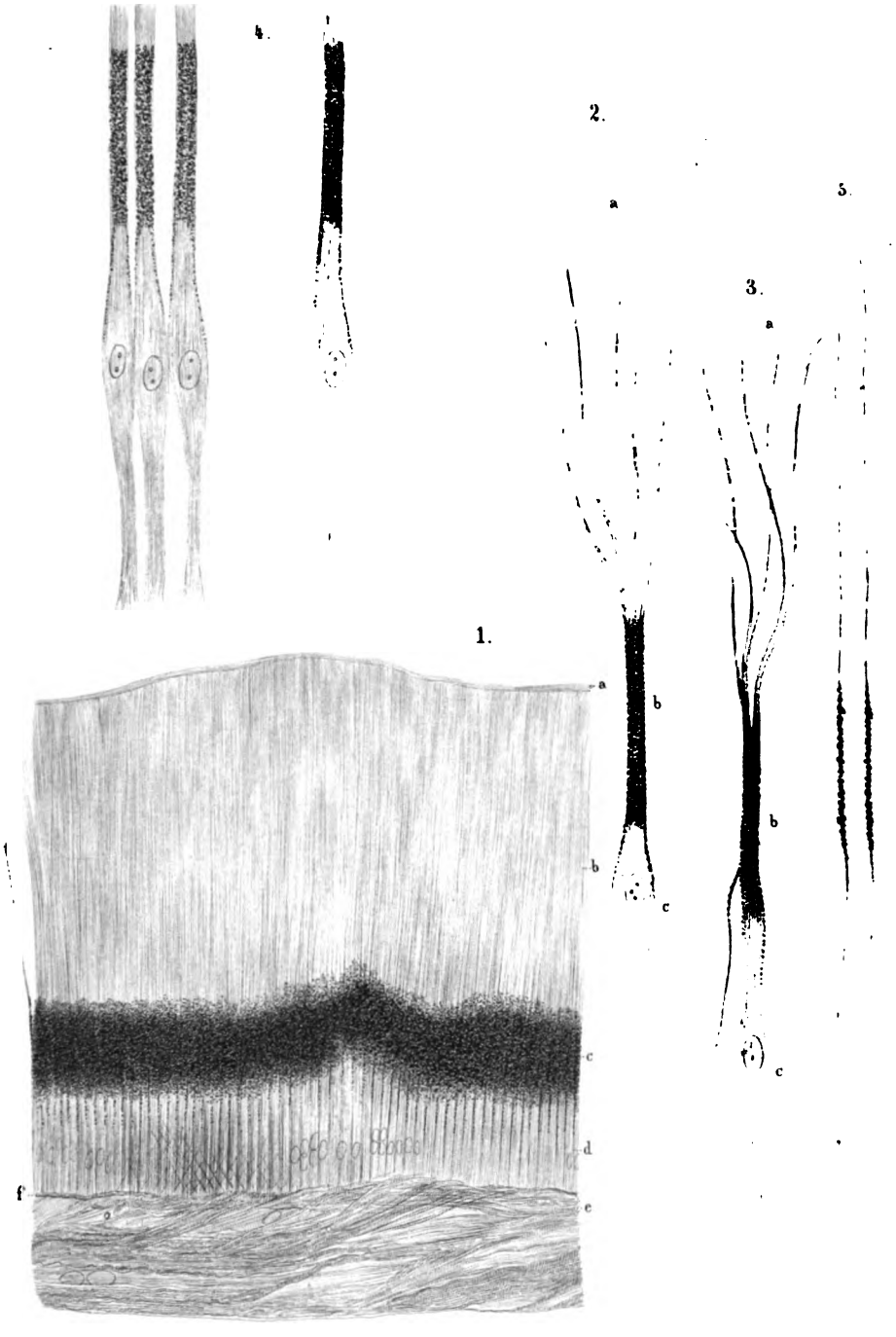


W Marshall del.

A J Wendel lith.

Digitized by Google

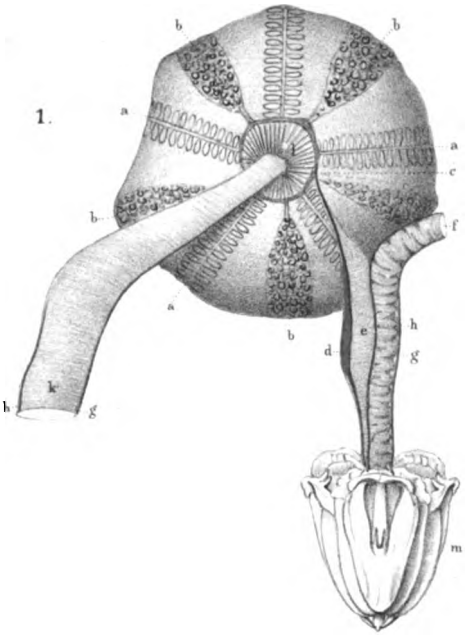
Digitized by Google

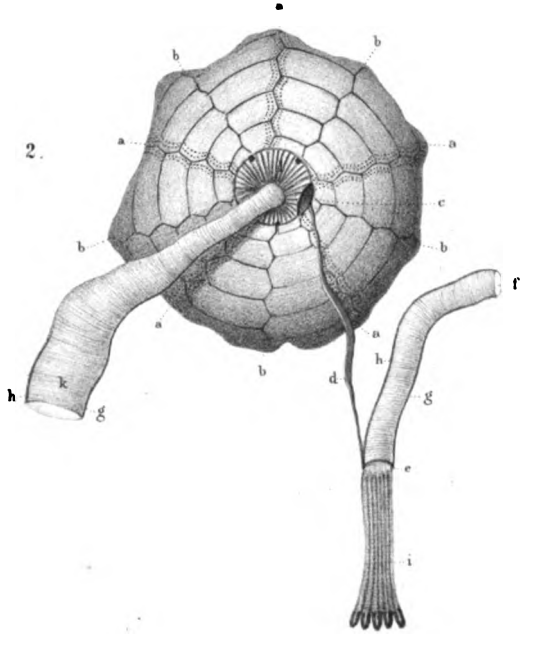


J. K. Hoffmann del. P. W. M. Trap imp. A. [illegible] lith.

Digitized by Google

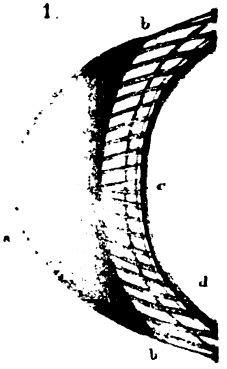
Digitized by Google

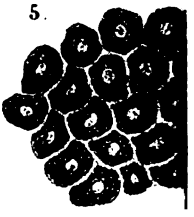


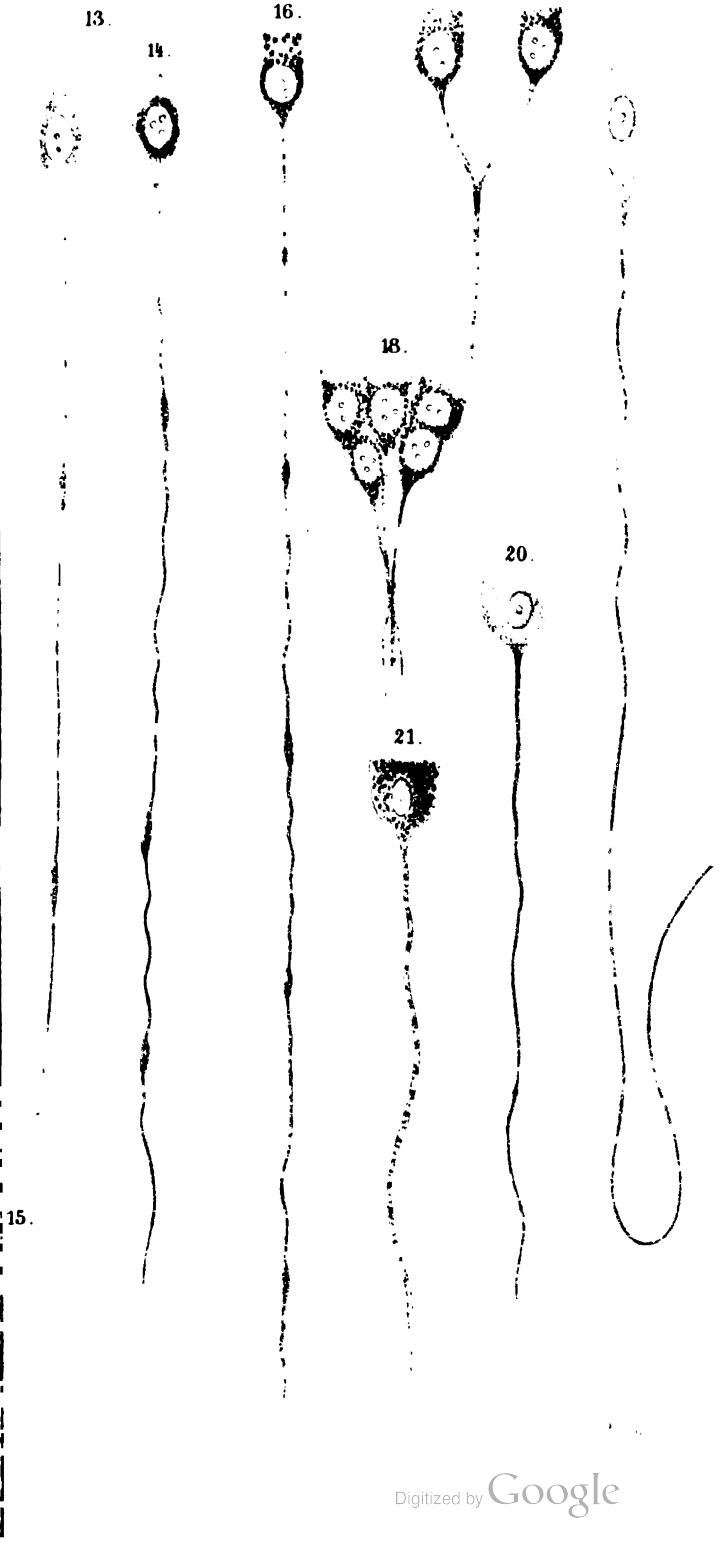


Digitized by Google

Digitized by Google



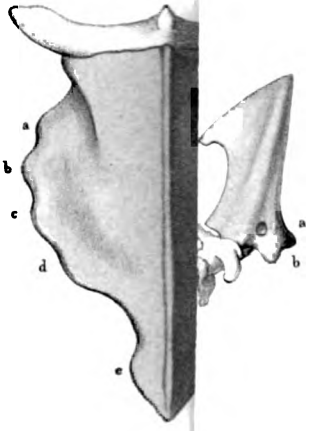




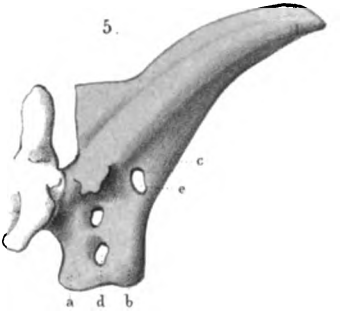
Digitized by Google

Digitized by Google

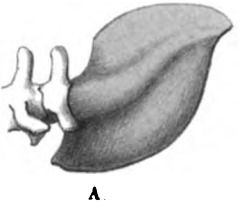
1.

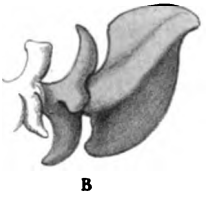


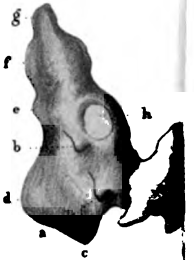
5.



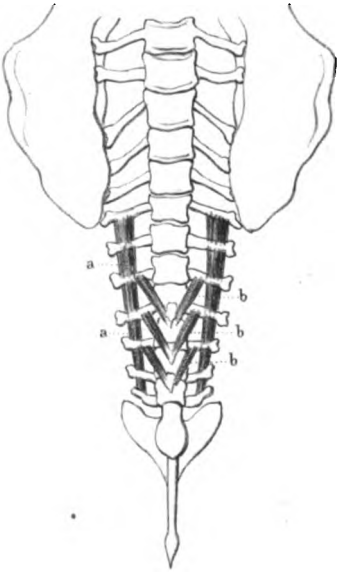
10.



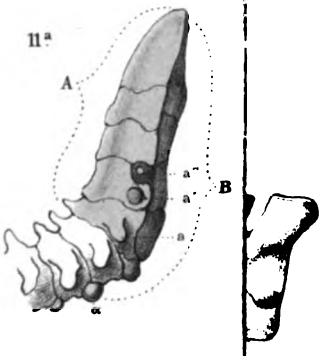




14.

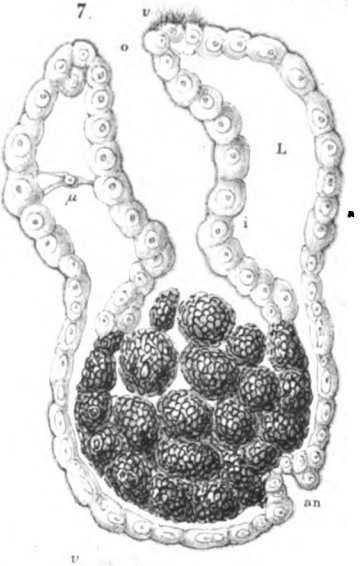


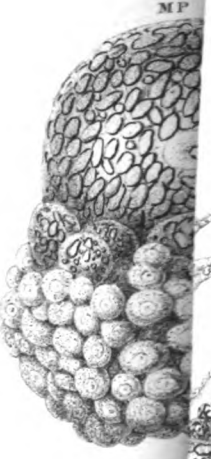
11a

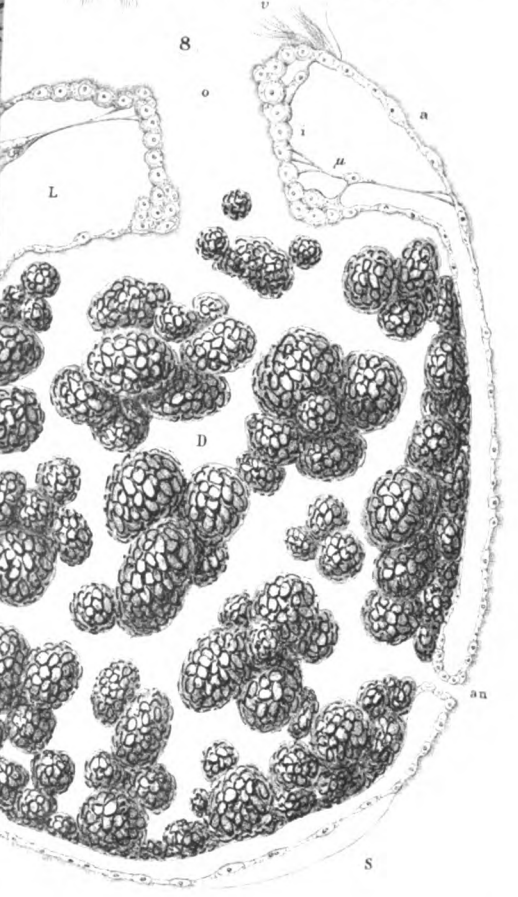


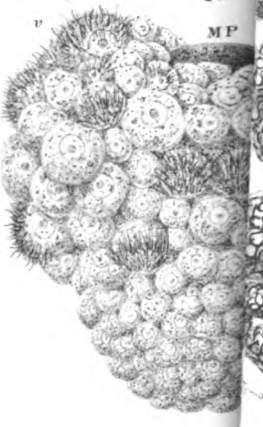
Digitized by Google

Digitized by Google



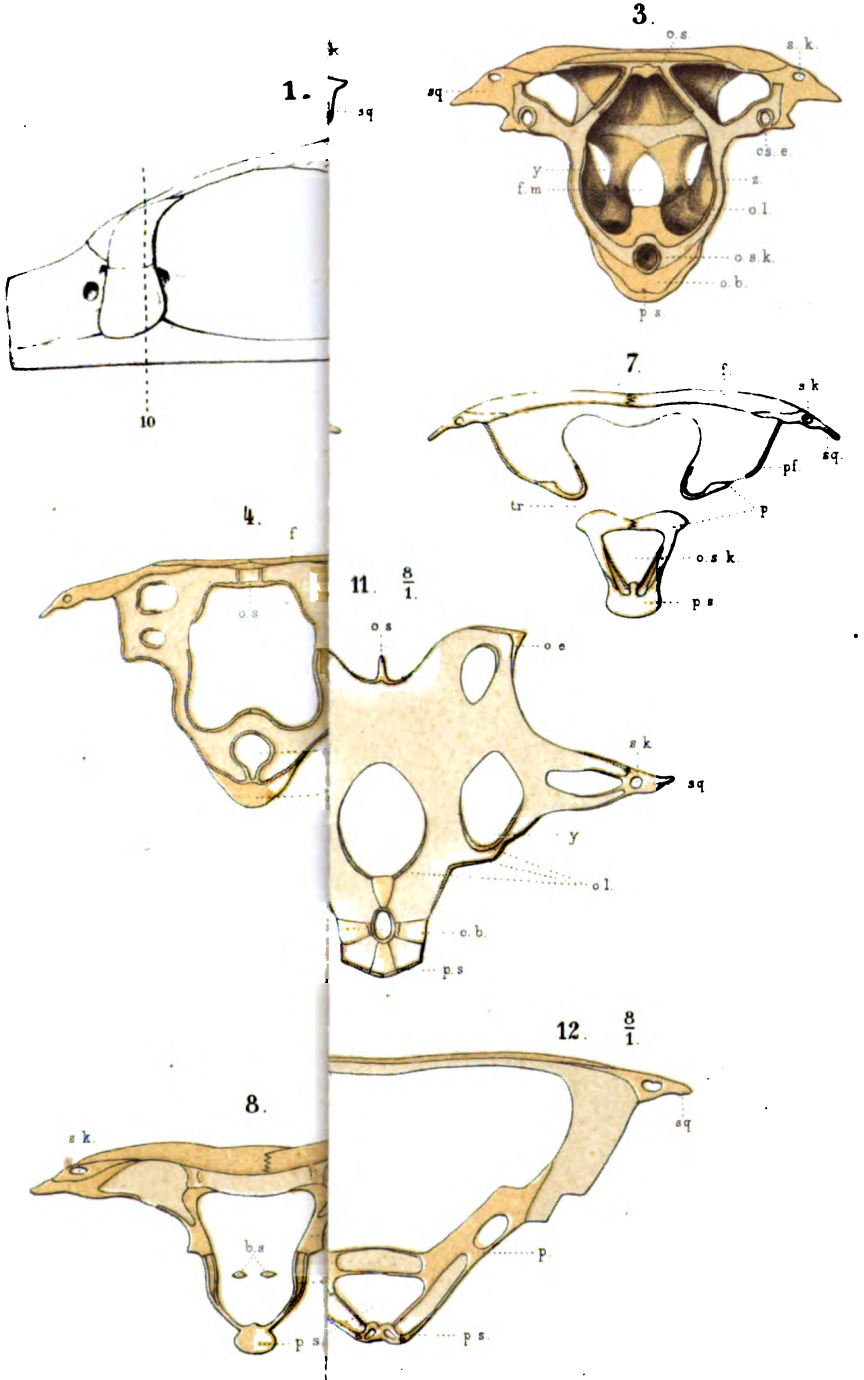






Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

13
8/1.

o.s.k.

f.

pr.f.

b.s.

19.

a.

f.

a.s.

p.f.

p.

tr.

b.s.

p.s.

18.

f.

p.fr.

o.e.

f'

p

o.s.k

sq

p.s.

17.

o.l.

i.c.

o.b.

22.

p.

o.e.

p.f.

a.s.

sq.

i.c.

o.l.

o.b.

p.s.

tr.

f'

gl.

v.

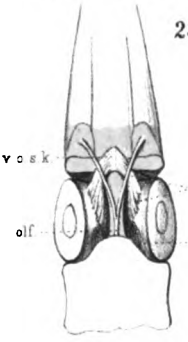
A.J. Vrolik del.

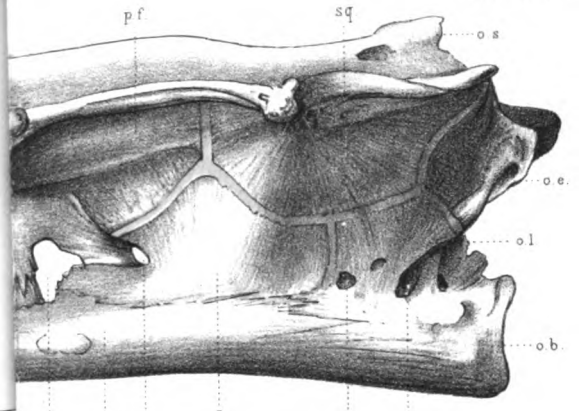
A.J. Wendel lith.

Digitized by Google

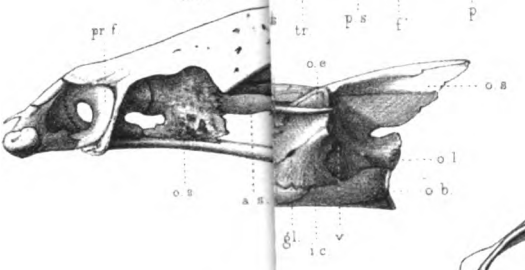
Digitized by Google

23.

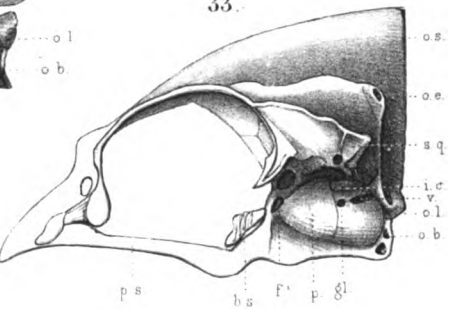




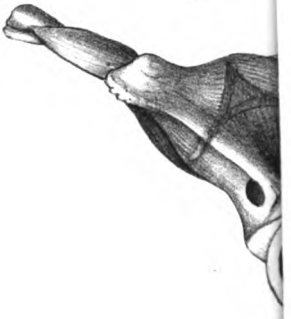
25.



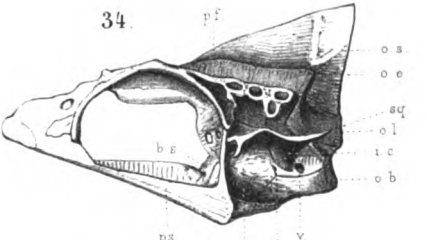
33.



26.



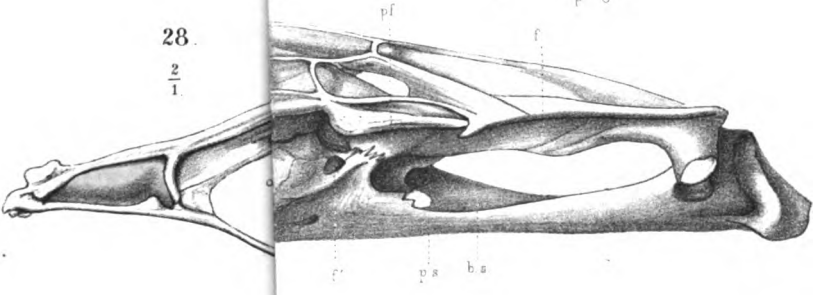
34.



5.

28.

$\frac{2}{1}$



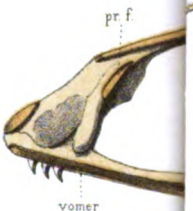
A J Vrolik del

A J Wendel lith

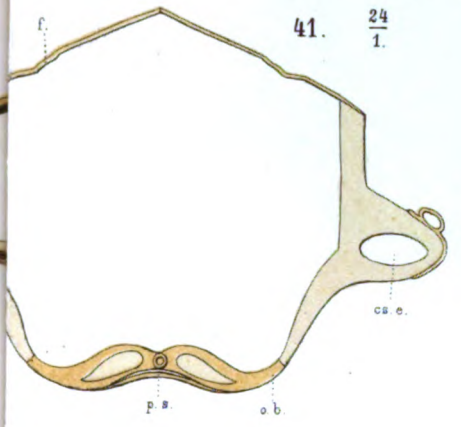
Digitized by Google

Digitized by Google

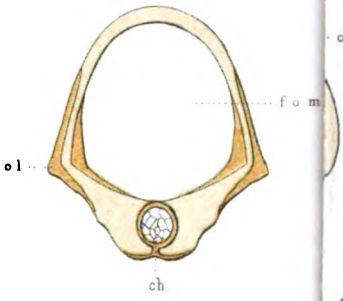
37.



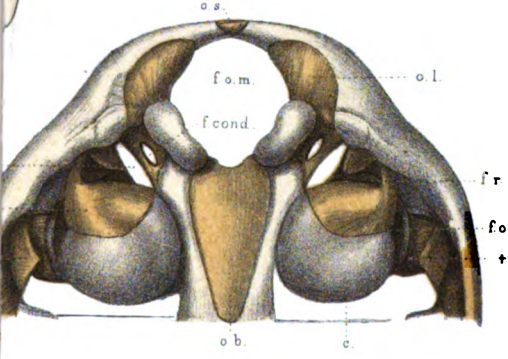
41. $\frac{24}{1}$.



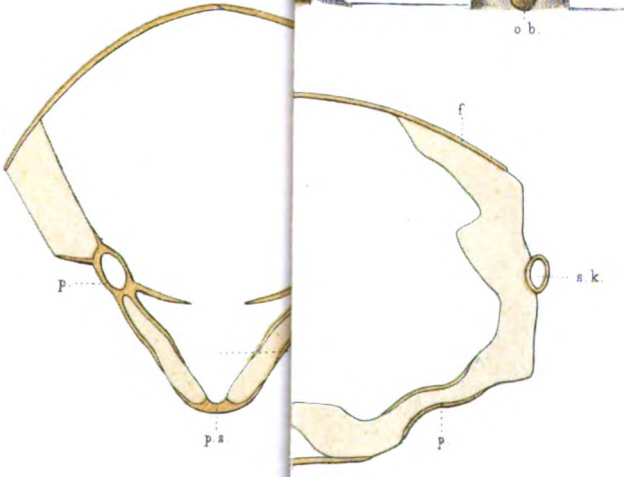
38. $\frac{24}{1}$.



45. $\frac{2}{1}$.



43. $\frac{24}{1}$.

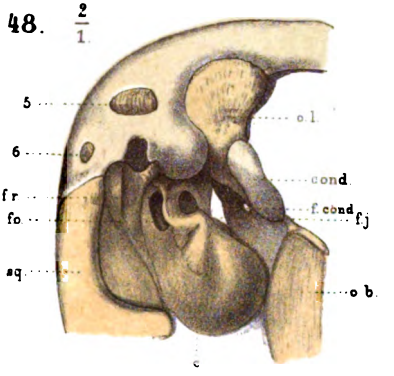


A. J. Wendel lith.

Digitized by Google

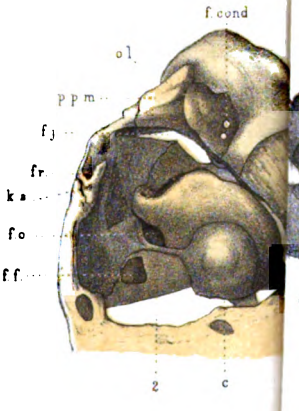
Digitized by Google

48. $\frac{2}{1}$.

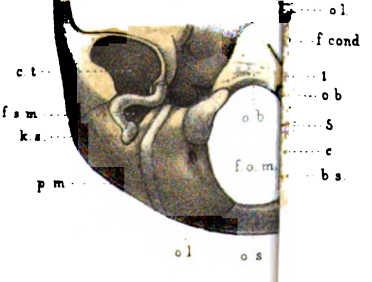


55. $\frac{2}{1}$.

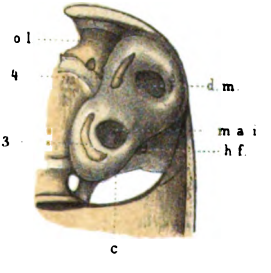
49. $\frac{2}{1}$.



53.



52. $\frac{2}{1}$.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google